



**UNICAMP**

**NÚMERO: 440/2011**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

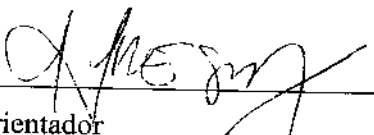
**ISABEL CORTEZ CHRISTIANO DE SOUZA**

**NOVA ABORDAGEM PARA OS ESTUDOS PALEOBOTÂNICOS  
NEOPALEOZÓICOS DA BORDA LESTE NA PORÇÃO  
BRASILEIRA DA BACIA DO PARANÁ UTILIZANDO  
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA.**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA  
AO INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS DA UNICAMP  
PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM  
GEOCIÊNCIAS NA ÁREA DE GEOLOGIA E  
RECURSOS NATURAIS.

**ORIENTADOR: PROFA. DRA. FRÉSIA SOLEDAD RICARDI TORRES BRANCO**

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO E  
ORIENTADA PELO PROFA. DRA. FRÉSIA SOLEDAD RICARDI TORRES BRANCO

  
Orientador

Profa. Dra. Fresia Ricardi-Branco  
Chefe do Depto. de Geologia e Recursos Naturais  
IG - UNICAMP - Matr. 278912

Campinas, 2011



NÚMERO: 440/2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**ISABEL CORTEZ CHRISTIANO DE SOUZA**

**NOVA ABORDAGEM PARA OS ESTUDOS PALBOTÂNICOS  
NEOPALEOZÓICOS DA BORDA LESTE NA PORÇÃO  
BRASILEIRA DA BACIA DO PARANÁ UTILIZANDO  
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA.**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA  
AO INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS DA UNICAMP  
PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM  
GEOCIÊNCIAS NA ÁREA DE GEOLOGIA E  
RECURSOS NATURAIS.

**ORIENTADOR:** PROFA. DRA. FRESIA SOLEDAD RICARDI TORRES BRANCO

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO E  
ORIENTADA PELO PROFA. DRA. FRESIA SOLEDAD RICARDI TORRES BRANCO

---

Orientador

Campinas, 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR  
CÁSSIA RAQUEL DA SILVA – CRB8/5752 – BIBLIOTECA “CONRADO PASCHOALE” DO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS UNICAMP

So89n	<p>Souza, Isabel Cortez Christiano de, 1983- Nova abordagem para estudos paleobotânicos neopaleozóicos da borda leste na porção brasileira da bacia do Paraná utilizando sistemas de informação geográfica / Isabel Cortez Christiano de Souza -- Campinas, SP.: [s.n.], 2011.</p> <p>Orientador: Fresia Soledad Ricardi Torres Branco. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.</p> <p>1. Paleontologia. 2. Paleobotânica. 3. Sistema de informação geográfica. I. Ricardi-Branco, Fresia, 1963- II. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. III. Título.</p>
-------	--

**Título em inglês:** A new approach to late paleozoic paleobotanical studies on the eastern border of Paraná Basin's Brazilian section, using Geographic Information Systems.

**Palavras-chaves em inglês:** -Paleontology  
-Paleobotany  
-Geographic Information System

**Área de concentração:** Geologia e Recursos Naturais

**Titulação:** Mestre em Geociências.

**Banca examinadora:** - Fresia Soledad Ricardi Torres Branco (Presidente)  
- Alexandre Campana Vidal  
- Rosemarie Rohn Davies

**Data da defesa:** 18-11-2011

Programa de Pós-graduação em Geociências



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS NA  
ÁREA DE GEOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

**AUTORA:** Isabel Cortez Christiano de Souza

“Nova abordagem para os estudos paleobotânicos neopaleozoicos da borda leste na porção brasileira da Bacia do Paraná utilizando Sistemas de Informações Geográficas.”

**ORIENTADORA:** Profa. Dra. Frésia Soledad Ricardi Torres Branco

Aprovada em: 18 / 11 / 2011

**EXAMINADORES:**

Profa. Dra. Frésia Soledad Ricardi Torres Branco  - Presidente

Prof. Dr. Alexandre Campanhe Vidal 

Profa. Dra. Rosemarie Rohn Davies 

Campinas, 18 de novembro de 2011



*Aos meus pais*



*Descreva pra mim sua latitude  
Que eu tento te achar no mapa-múndi*

Mapa Mundi,  
Thiago Pethit



## **Agradecimentos**

Creio que, antes de tudo, devo agradecer a meus pais pelo apoio intelectual, interesse, incentivo e correções ortográficas.

À minha orientadora, Fresia Ricardi-Branco, pelas conversas, ajudas, idéias, socorros nos momentos de pânico, que além de orientar foi uma amiga nesses cinco anos de trabalho conjunto.

Ao geólogo Cleyton Carneiro, à professora Adalene Moreira Silva e ao geólogo Erico Zacchi, da UnB.

À Canterbury Christ Church University: pela assistência em GIS de John Hills, ao professor Prof. Peter Vujakovic e a professora Adriana Consorte-McCrea.

Ao Rafael Faria, pelos conhecimentos paleobotânicos e discussões. À Melina Mara, minha palinóloga favorita. Ao Raphael Souza (Mindinho), pela ajuda na pesquisa bibliográfica e por me acordar quando o sono vencia.

Aos colegas e amigos de pós-graduação Pedro Lifter e Patrícia Piaia.

Aos amigos que pouco sabem do assunto, mas sempre estão lá se divertindo com meus dinossauros: Lui, Ricardo, Rique, Ananda, Leo, Gabriel e Lívia.

Ao Rodrigo, fundamental na etapa final de trabalho.

A minha avó querida, às tias Cuca (grande inspiração no mundo científico), Tina e Mi. E ao tio Zeca, que me acompanhou pelos caminhos com longas caronas e infinitas conversas.

À Fapesp, que colaborou através da bolsa de mestrado bolsa 2009/04418-4 e com o projeto de pesquisa 2009/10547-1.



## **Biografia**

Geóloga formada pelo Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas. Bolsista CNPq em Iniciação Científica (2006-2008) e bolsista Fapesp de Iniciação Científica (2008) . Aluna do Programa de Pós-Graduação em Geociências pela Universidade Estadual de Campinas, com bolsa de mestrado pela Fapesp (2009-2011).

Principais temas de estudo: Paleopalinologia e Bioestratigrafia da Formação Rio Bonito e Teresina (Permiano da Bacia do Paraná), Paleobotânica, Paleofitogeografia do Neopaleozóico da Bacia do Paraná e Sistema de Informação Geográfica. Possui artigo publicado em revista internacional além de capítulo de livro publicado.





## Sumário

1. Introdução	1
1.1 Apresentação	1
1.2 Justificativa	2
1.3 Objetivo	3
1.3 Localização da área de estudo	4
1.4 Estrutura da dissertação	5
2 Materiais e Métodos	7
2.1 Referências Bibliográficas	7
2.2 Base de Metadados	8
2.3 Mapa Geológico CPRM	9
2.4 Mosaico SRTM	9
3. Contexto geológico e paleontológico regional	11
3.1 Geologia do Neopaleozóico da Bacia do Paraná	11
3.2 Clima no Neopaleozóico da Bacia do Paraná	13
3.3 A Paleoflora de <i>Glossopteris</i>	15
3.4 A Paleoflora de <i>Glossopteris</i> : <i>Taxa</i>	17
4. Construção de Base de metadados: Uma nova ferramenta para análise de dados Paleobotânicos	23
4.1 Introdução	23
4.2 Histórico	24
4.3 Arquitetura do trabalho e da Base de metadados paleontológicos proposta	24
5. Resultados	37
5.1 Base de metadados	37
5.2 Mapas	43
6. Conclusões	69
7. Sugestões para etapas futuras	71
8. Referências Bibliográficas	73
9. Anexos	81



## Figuras

	Página
<b>Figura 1.4:</b> Mapa geológico da porção brasileira da Bacia do Paraná, com o contorno estrutural (profundidade) do embasamento cristalino. A seqüência estudada no presente trabalho (Gondwana I) encontra-se em azul e realçada com pontilhado vermelho, compreendendo os estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul. Não será considerada a porção oeste da Bacia . Milani (2004).	4
<b>Figura 2.3:</b> Brasil em quadrículas nos mapas da CPRM, com destaque para as folhas usadas	9
<b>Figura 3.1:</b> Porção leste da Supeseqüência Gondwana I em destaque. O recorte corresponde ao estado de São Paulo e aos estados da Região Sul do País.	12
<b>Figura 3.2:</b> Configuração paleogeográfica no Carbonífero e no Permiano, com destaque em vermelho para a localização aproximada da Bacia do Paraná (modificado de Veevers <i>et al.</i> , 2004).	14
<b>Figura 3.3:</b> Distribuição da flora de <i>Glossopteris</i> no início do século XX. O texto diz: “Mapa para ilustrar a distribuição geral dos dois tipos de floras Permo-Carboníferas”. Neste mapa podemos observar dois tipos de flora, o tipo do norte (atualmente conhecido como flora de Gigantópteris) e o do sul (flora do tipo <i>Glossopteris</i> ). A segunda ocorre principalmente no Brasil, sul da África, Índia, e Austrália (Newell Arber., 1905)	16
<b>Figura 4.3.a:</b> Arquitetura geral da presente pesquisa	26
<b>Figura 4.3.b:</b> Coluna estratigráfica do Neopaleozóico da Bacia do Paraná. (Modificado de Milani <i>et al.</i> , 2007)	29
<b>Figura 4.3.c:</b> Comparação do limite Carbonífero/Permiano e as divisões das Idades para diferentes trabalhos dos últimos 30 anos (Cezari, 2006)	30
<b>Figura 4.3.d:</b> Divisão da sucessão vegetal encontrada na Bacia do Paraná no Neopaleozóico adaptada e respectivas unidades geológicas	32
<b>Figura 5.2.2.a</b> Coluna estratigráfica e posicionamento dos principais afloramentos do Grupo Itararé e Guatá (Modificado do trabalho já modificado de Petri e Souza (1993), com base em Bernardes de Oliveira et al. (2005) e Bernardes de Oliveira e Mune (2007))	47
<b>Figura 5.2.2.b</b> Gondwana no final do período Carbonífero, quando se encontrava sob glaciação. Na figura é possível observar os limites das glaciações (Veevers et al., 2004)	48



## Tabelas

	Página
Tabela 4.3: Relação espécie vegetal x ambiente com maior probabilidade de desenvolvimento	34

## Gráficos

	Página
<b>Gráfico 5.1.a:</b> Distribuição dos dados (cada dado corresponde a uma espécie) por unidade litoestratigráfica estudada (Bacia do Paraná)	37
<b>Gráfico 5.1.b:</b> Distribuição de gêneros relatados na Paleoflora de <i>Glossopteris</i> . Os gêneros citados no gráfico acima são aqueles que representam mais de dez ocorrências no total de 1.208 ocorrências distintas de espécies na Bacia do Paraná	39
<b>Gráfico 5.1.c:</b> Classe de ocorrências fitofossíferas (em numero de ocorrências) por Floras e Fitozonas	41
<b>Gráfico 5.1.d:</b> Classe de ocorrências fitofossíferas (pela porcentagem em relação ao total em cada Flora e Fitozona) por Floras e Fitozonas	42
<b>Gráfico 5.2.2.a:</b> Espécimes totais relatadas de <i>Glossopteris</i> na Bacia do Paraná	56
<b>Gráfico 5.2.2.b:</b> Variação das ocorrências das espécies de <i>Glossopteris</i> nas floras e fitozonas. O eixo y representa o número de ocorrências. <i>Glossopteris sp.</i> representa aquelas cujo espécime não foi definido pelo autor. Em “Outras Espécies de <i>Glossópteris</i> ” temos aquelas que não foram incluídas no gráfico, a fim de não poluí-lo com excesso de informações. Dentre elas, acham-se incluídos: <i>G. stricta</i> , <i>G. brasiliensis</i> , <i>G. conspicua</i> , <i>G. damudica</i> , <i>G. decipiens</i> , <i>G. dorizonensis</i> , <i>G. farturensis</i> , <i>G. formosa</i> , <i>G. longicaulis</i> , <i>G. margiondulata</i> , <i>G. musae</i> , <i>G. orbicularis</i> , <i>G. papillosa</i> , <i>G. riograndensis</i> , <i>G. sewardii</i> , <i>G. similis-intermittens</i> , <i>G. spathulato-cordata</i> , <i>G. spathulato-emarginata</i> .	58
<b>Gráfico 5.2.2.c:</b> Espécimes totais relatados de <i>Pecópteris</i> na Bacia do Paraná	64



## Mapas

	Página
<b>Mapa I:</b> Distribuição total dos afloramentos contendo Fitofósseis na Bacia do Paraná	Anexo IV
<b>Mapa II:</b> Distribuição dos afloramentos por Paleofloras e Fitozonas da Bacia do Paraná	51
<b>Mapa III:</b> Transporte de ocorrências parautóctones (tipo A) nas Paleofloras e Fitozonas da Bacia do Paraná	53
<b>Mapa IV:</b> Transporte intermediário das ocorrências (tipo B) nas Paleofloras e Fitozonas da Bacia do Paraná	54
<b>Mapa V:</b> Transporte de ocorrências alóctones (tipo C) nas Paleofloras e Fitozonas da Bacia do Paraná (buffer 10 km ao entorno de cada ocorrência)	55
<b>Mapa VI:</b> Distribuição de <i>Glossopteris</i> no intervalo Neocarbonífero-Perminao na Bacia do Paraná por Floras e Fitozonas	59
<b>Mapa VII:</b> Distribuição de <i>Paracalamites</i> no intervalo Neocarbonífero-Perminao na Bacia do Paraná por Floras e Fitozonas	61
<b>Mapa VIII:</b> Distribuição de <i>Gangamópteris</i> no intervalo Neocarbonífero-Perminao na Bacia do Paraná por Floras e Fitozonas	63
<b>Mapa IX:</b> Distribuição de <i>Pecópteris</i> no intervalo Neocarbonífero-Perminao na Bacia do Paraná por Floras e Fitozonas	65
<b>Mapa X:</b> Mapa de distribuição de <i>Spenophyllum</i> , <i>Paracalamites</i> e <i>Schizoneura</i>	67

## Anexos

<b>Anexo I:</b> Base de Metadados	81
<b>Anexo II:</b> Referências bibliográficas da base de dados	85
<b>Anexo III:</b> Referências bibliográficas dos principais gêneros citados	99
<b>Anexo IV:</b> Mapa de Distribuição Total dos Afloramentos contendo Fitofósseis na Bacia do Paraná	103







**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**Dissertação de Mestrado**

**Isabel Cortez Christiano de Souza**

**NOVA ABORDAGEM PARA ESTUDOS PALBOTÂNICOS  
NEOPALEOZÓICOS DA BORDA LESTE NA PORÇÃO BRASILEIRA DA BACIA DO  
PARANÁ UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA**

**RESUMO**

A presente dissertação buscou revisar as publicações acerca dos fitofósseis da Bacia do Paraná, permitindo visualizar a distribuição espacial das ocorrências fossilíferas. Para tanto foram selecionadas as Paleofloras Pré-Glossopteris e Glossopteris, presentes nos períodos Neocarbonífero e Permiano da borda leste da porção brasileira da Bacia do Paraná. Tal escolha se deu devido a grande quantidade de publicações sobre o tema (mais de 158), o que permite o estudo da distribuição florística mais completo. Primeiramente se construiu um banco de metadados, onde critérios de interesse para cada dado foram adicionados, incluindo sua localização geográfica, sistemática, geologia e referências. Posteriormente os dados georreferenciados foram transferidos para mapas de distribuição fossilífera, o que permitiu diferentes abordagens sobre o mesmo banco de dados.

Desta maneira, foram computadas 1208 ocorrências em 281 afloramentos. Os gêneros que tiveram maior número de ocorrências foram Glossópteris (201 ocorrências), seguido de Paracalamites (143 ocorrências) e Pecópteris (107 ocorrências). A distribuição espacial dos afloramentos cadastrados demonstra que estes se encontram dispersos ao longo da área de deposição estudada. Apesar de se constatar o registro de alguns gêneros que persistem ao longo do tempo, verifica-se a existência de outros que perduram durante curtos intervalos de tempo, havendo assim, da Base (Grupo Itararé) até seu topo (Formação Rio do Rasto) uma substituição, além de uma diminuição significativa no número de gêneros (de 45 no Grupo Itararé para 11 na Formação Rio do Rasto).

**Palavras chaves:** , Flora de *Glossopteris*, SIG, Banco de dados, Bacia do Paraná.





UNIVERSITY OF CAMPINAS  
INSTITUTE OF GEOSCIENCE

**A NEW APPROACH TO LATE PALEOZOIC PALEOBOTANICAL STUDIES ON THE  
EASTERN BORDER OF PARANÁ BASIN'S BRAZILIAN SECTION, USING  
GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS.**

**Dissertação de Mestrado**

**Isabel Cortez Christiano de Souza**

**ABSTRACT**

This study describes the formulation of a metadata base of the neopaleozoic phytofossiliferous occurrences of the paleofloristic province of late Paleozoic Gondwana, on the eastern edge of the Paraná Basin, related to the southwestern corner of the Gondwana, with an analysis through the Geographic Information System (GIS). This mapping allows a spatial study of most species mentioned in the literature, in addition to the intersection of the specific information of each occurrence. This affords an integrated analysis of geological, stratigraphic, biostratigraphic, climatic, and botanic data for the period — a task never before accomplished for that basin.

Thus, a number of maps were generated on the distribution of fossiliferous occurrences — of all outcrops included in the metadata base, of the distribution of cases according to Floras and Phytozones proposed in the literature, of the genres regarded as most important, of transport, and of humid environments — which are regarded as most conducive to fossilization. The possibilities of cross-referencing are endless. Here we show the basic alternatives that the use of this tool allows.

**Keywords:** Permian, *Glossopteris* Flora, GIS, Database, Paraná Basin.



# 1. Introdução

## 1.1 Apresentação

Ao planejar o presente trabalho, não foi possível desenhar *a priori* uma metodologia. Fazia-se uma idéia de quais poderiam ser os produtos finais gerados, porém os caminhos ainda não estavam definidos. Assim, a visualização da metodologia como um todo acabou se tornando a parte final do procedimento científico; conforme Immanuel Kant (em livro organizado por seu aluno Gottlob Jasche, tendo como base seu curso de Lógica, 1800) “*só depois que o caminho foi percorrido que a lógica opera, aproximando o método assim ao método do fazer artístico*”. Isso torna, o trabalho aqui a ser exposto, único no que concerne a sua metodologia dentro da Paleontologia.

As próximas páginas não tratam de uma descrição morfoanatômica de um gênero ou espécie, ou de uma análise bioestratigráfica de determinado gênero. Tratam da aplicação do Sistema de Informações Geográficas (SIG) a uma análise paleobotânica espacial e temporal. Para tanto, foi construído uma base de dados inédita, se tratarmos do volume de informações acerca da Bacia do Paraná, já que nunca antes se organizou e se dispôs espacialmente tantos dados como aqui. No mais, cabe observar que os dados georreferenciados tornam a base ainda mais rica. A pesquisa obviamente poderia ir além. Mas na medida em que se foram testando possibilidades, diferentes formas de tratamento foram sendo vislumbradas; e o principal objetivo da presente pesquisa foi o de construir a base de metadados e a elaboração de alguns mapas. Na última seção da presente dissertação de mestrado, serão apresentadas as sugestões de formas e caminhos para a continuidade a pesquisa, outras possibilidades de geração de mapas e novas possibilidades de análise.

## 1.2 Justificativa

A Província Florística do Gondwana durante o Neopaleozóico se distribuía pelas áreas territoriais hoje situadas nos continentes africano, sul-americano, antártico, na Austrália e na Índia (Anderson *et al.*, 1999). Apesar de ser tratada como homogênea, essa Província reúne uma sucessão temporal de paleofloras que se sucederam por 50 milhões de anos, durante os quais ocorreram mudanças radicais no âmbito climático — fato que promoveu migrações, adaptações e desenvolvimento de novas espécies. Tal conjunto de paleofloras caracterizadas pela ocorrência do gênero *Glossopteris*, extinguiu-se no final do período Permiano.

Se o objetivo é compreender os elementos espaciais característicos da Província Paleoflorística do Gondwana na Bacia do Paraná, as abordagens paleobotânicas tradicionais são menos eficientes, dada a grande quantidade de afloramentos. Usualmente os trabalhos publicados consideram os fósseis somente como objetos a serem descritos e, no máximo, listados, em busca de formulações de zoneamento bioestratigráfico. Aqui se propõe o mapeamento da Paleoflora de *Glossopteris* através de ferramentas SIG, utilizando todos os dados bibliográficos publicados, uma vez que a quantidade de informações existentes o permite. Dessa maneira será possível obter informações espaciais, temporais, e inter-relacionar dados locais da própria Paleoflora (como gêneros, espécies, etc.) com o objetivo de extrair a maior quantidade possível de interpretações a partir do manejo de um grande volume de informações. Pretende-se, assim, uma abordagem diferente das tradicionais para se ter uma idéia real da evolução da Paleoflora (usando principalmente como base intervalos Paleoflorísticos e Fitozonas presentes dentro da Paleoflora de *Glossopteris*, bem como dando destaque aos gêneros mais frequentes), ainda mais considerando que atualmente existem ferramentas que nos permitem integrar todos os dados de forma abrangente, possibilitando a reconstituição real da Paleoflora com base no arcabouço fossilífero.

Assim este trabalho discute e apresenta alguns mapas e gráficos relativos à distribuição das Paleofloras Pré-*Glossopteris* e *Glossopteris* na borda leste da porção brasileira da Bacia do Paraná, utilizando ferramentas de georreferenciamento. A análise proposta irá iniciar-se num estágio anterior (Neocarbonífero), conhecido como Paleoflora Pré-*Glossopteris* (Azcuay *et al.*,

2007), passando pela instalação da Paleoflora de *Glossopteris*, por seu clímax, até seu declínio no Neopermiano.

A importância da elaboração de bases de dados paleontológicos ocorre em virtude da possibilidade de utilizar dados espaciais e temporais peculiares aos fósseis para a obtenção outras informações, que podem ter utilidade não somente para o meio científico, como ainda para a indústria. O caso do reservatório do pré-sal brasileiro, onde a rocha reservatório é constituída principalmente por camadas de estromatólitos, bem como alguns tipos de depósitos minerais associados a rochas sedimentares é um bom exemplo de aplicação de base de dados (Zhang *et al.*, 2008). As ocorrências fossilíferas também podem ser utilizadas para correlação de camadas, bem como para sua datação e interpretações paleoclimáticas/ambientais.

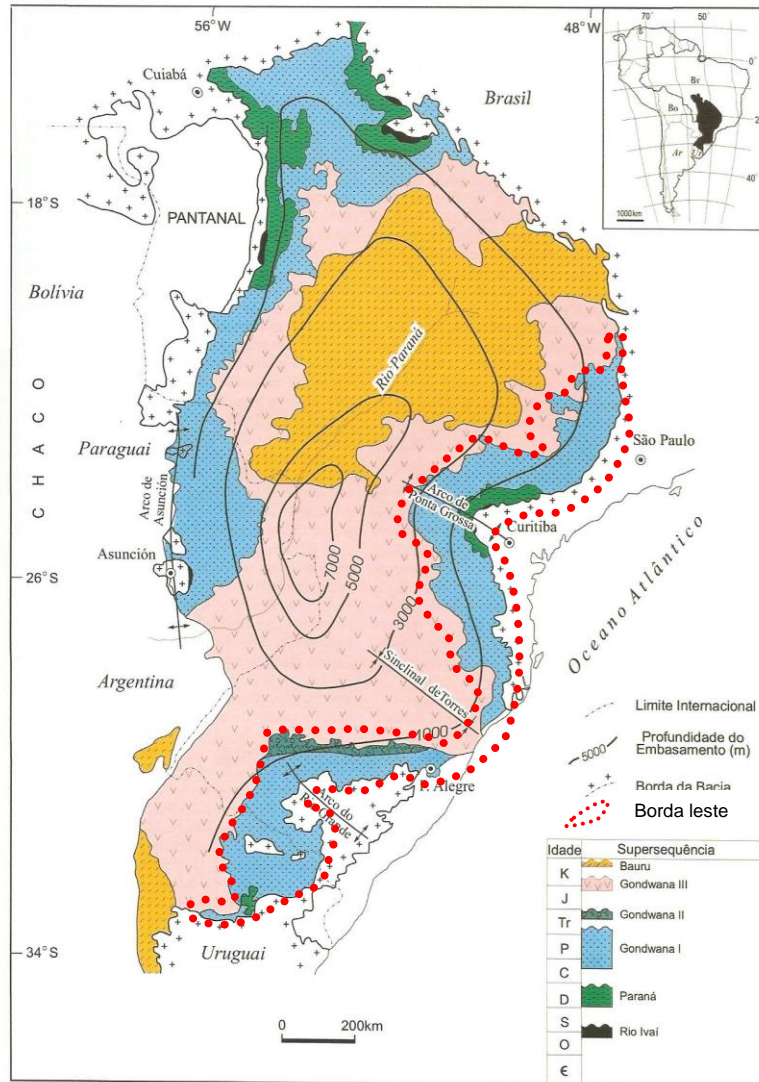
No âmbito da paleogeografia, a construção de uma Base de metadados permite que posteriormente as informações sejam georreferenciadas e estudadas em sua distribuição espacial. Os atributos correlacionados são capazes de gerar mapas temáticos — como um mapa de distribuição de um *táxon* selecionado para intervalo de tempo, que forneceria informações sobre diversos os componentes da flora e seus *habitats* potenciais. A mesma espécie ainda pode ser estudada em diversos intervalos de tempo, o que forneceria informações acerca de migração e adaptação ao longo do tempo. Desta maneira, a formulação da Base de metadados pode possibilitar a extração de um número incontável de informações.

### **1.3 Objetivo**

O objetivo do presente trabalho é realizar uma análise espacial e temporal da distribuição das ocorrências fitofossilíferas neopaleozoicas da Bacia do Paraná, adotando ferramentas de SIG para estudos paleontológicos, em escala regional. Caso o enfoque proposto se mostre eficiente, poderá ser aplicado para outras bacias em períodos distintos, permitindo gerar uma análise alternativa àquela já tradicional à paleobotânica.

## 1.4 Localização da área de estudo

A área de estudo corresponde à porção aflorante das formações neopaleozóicas da borda leste da Bacia do Paraná, sobre a qual se têm concentrado a maior parte dos estudos paleobotânicos disponíveis para a bacia nos últimos cem anos, abarcando assim a supersequência Gondwana I definida por Milani (1997) (figura 1.4).



**Figura 1.4:** Mapa geológico da porção brasileira da Bacia do Paraná, com o contorno estrutural (profundidade) do embasamento cristalino. A sequência estudada no presente trabalho (Gondwana I) encontra-se em azul e realçada com pontilhado vermelho, compreendendo os estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul. Não será considerada a porção oeste da Bacia. Milani (2004).



## 1.4 Estrutura da dissertação

Primeiramente será apresentado um breve resumo sobre a geologia da área estudada, bem como sobre as alterações climáticas acontecidas no final da era Paleozóica. Isso permitirá uma compreensão mais funda da Paleoflora estudada. Alguns *taxa* serão apresentados para poder permitir ao leitor maior compreensão de suas características.

Posteriormente será apresentada uma discussão com detalhe sobre a metodologia desenvolvida, uma vez que sua construção foi parte importante da pesquisa — discussão na qual serão incluídos alguns *softwares* já existentes, bases e bancos de dados semelhantes à construída — além da arquitetura do trabalho.

Por fim serão analisados os resultados obtidos através do processo acima descrito; e se a aplicação de tal metodologia se mostra eficiente para análises paleobotânicas. Serão incluídos ainda mapas e produtos derivados (como gráficos).



## **2. Materiais e métodos**

Com relação aos materiais utilizados, podemos resumi-los em:

- Referências bibliográficas consultadas que resultaram na Base de metadados
- Base de metadados
- Mapa geológico base fornecido pela CPRM escala 1:1000000
- Mosaico SRTM (modelo digital de elevação)

A seguir será discutida a metodologia geral que foi utilizada como base para a construção da Base de metadados e para os mapas de distribuição geográfica das ocorrências fitofossilíferas. A princípio, pensava-se em realizar correlação entre as ocorrências, ou seja, progredir para uma análise para além da apresentada aqui (mapas onde as ocorrências fossilíferas apresentam-se na forma de pontos). Porém, devido a uma série de obstáculos (como elaboração da base, problemas para transformação da Base de metadados em dados espaciais) e o destaque quantitativo que se mostrou importante no desenvolvimento da pesquisa (apresentado em gráficos, incluídos na presente dissertação), pareceu interessante caminhar até esta fase, sem estrapolar muito além de tal análise.

Posteriormente, pensa-se em aplicar métodos geoestatísticos em áreas onde existe maior densidade de pontos, dando aos dados paleontológicos um tratamento semelhante àquele dado em prospecção de óleo e gás. Isso poderia fornecer indicativos de locais onde existe maior probabilidade de existirem fósseis, fato que pode ser confirmado posteriormente com trabalhos de campo.

### **2.1 Referências Bibliográficas**

Procuraram-se utilizar todos os artigos, livros, teses disponíveis, que apresentam e descrevem ocorrências de fitofósseis para o Neocarbonífero e Permiano da Bacia do Paraná. Ou seja, no total foram consultadas, revisadas e analisadas 158 referências (anexo I). É interessante salientar que as pesquisas iniciaram-se há mais de um século, o que não garante que todas as

referências existentes foram inclusas. Para a consulta foram realizadas buscas em revistas da biblioteca do IGC-USP e IG-UNICAMP, além de alguns.

As pesquisas paleobotânicas na Bacia do Paraná se iniciaram há mais de um século, sendo que dentre os primeiros pesquisadores podemos citar Orville Derby (1883) e Charles White (1908); porém o uso de instrumentos como o *Global Positioning System* (GPS) na geologia é recente. Até aproximadamente o final da década de 1980 utilizavam-se pontos de referências, tais como quilometragem de estradas, curvas de rios, etc. Assim, para georreferenciamento desses dados, eram aproveitados mapas políticos e rodoviários dos estados em questão: São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, publicados pela Geomapas. Estes nem sempre demonstravam melhor precisão, uma vez que se tratava de mapas voltados ao usuário leigo, que buscava somente informações básicas de localização, e não ao estudioso de cartografia e georreferenciamento. A escala de tais mapas eram: 1:1.830.000 (Rio Grande do Sul), 1.700.000 (Paraná), 1.900.000 (São Paulo) e 1.480.000 (Santa Catarina). Estes foram úteis para muitos casos, uma vez que possibilitaram ao máximo aproximar a ocorrência citada de forma arbitrária pelo autor a uma localização georreferenciada.

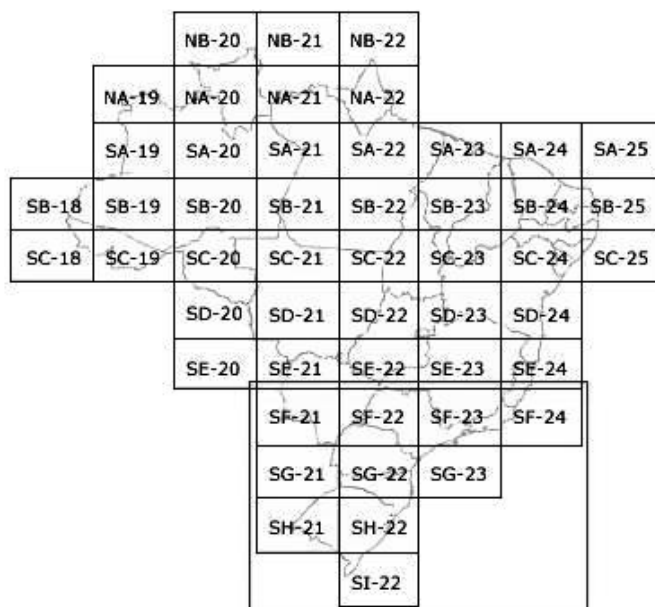
## **2.2 Base de metadados**

Em sincronia com a consulta bibliográfica, foi gerada uma Base de metadados, já que não se utilizou um software próprio para a construção da base, e sim uma planilha Excel, com os dados com coordenadas geográficas em graus decimais (Anexo I). Esta foi posteriormente convertida em um mapa utilizando o ArcGIS pela geração de um *shapefile* das ocorrências fitofossilíferas. A Base de metadados aqui desenvolvida é de modelo simples, conhecido como modelo hierárquico, útil nas ciências da natureza. Existem atributos chave e tributos associados a estes (Burrough, 1986). Sua arquitetura será discutida mais detalhadamente no item 4.3.

## 2.3 Mapa Geológico CPRM

Corresponde ao Mapa Geológico do Brasil em escala 1:1000000, cujas folhas, no formato de arquivos vetoriais (*shapefiles*), encontram-se disponíveis para download na base de dados da CPRM, o Geobank (<http://geobank.sa.cprm.gov.br/>).

As folhas da Carta Geológica da CPRM correspondentes às rochas aflorantes do Gondwana I são aquelas que representam parte do sudeste e a porção sul do Brasil (abaixo das latitudes 20° sul), ou seja, as folhas SF21, SF22, SF23, SF24, SG21, SG22, SG23, SH21, SH22, e SI22 dos mapas da CPRM da Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo (figura 2.3). Estas foram unidas em um só arquivo vetorial através do uso do programa ArcGIS, para a obtenção do resultado desejado.



		NB-20	NB-21	NB-22			
	NA-19	NA-20	NA-21	NA-22			
	SA-19	SA-20	SA-21	SA-22	SA-23	SA-24	SA-25
SB-18	SB-19	SB-20	SB-21	SB-22	SB-23	SB-24	SB-25
SC-18	SC-19	SC-20	SC-21	SC-22	SC-23	SC-24	SC-25
		SD-20	SD-21	SD-22	SD-23	SD-24	
		SE-20	SE-21	SE-22	SE-23	SE-24	
			SF-21	SF-22	SF-23	SF-24	
			SG-21	SG-22	SG-23		
			SH-21	SH-22			
				SI-22			

**Figuras 2.3:** Brasil em quadrículas nos mapas da CPRM, com destaque para as folhas usadas

## 2.4 Mosaico SRTM

Os dados altimétricos aqui utilizados foram gerados pela “*Shuttle Radar Topography Mission*” (SRTM), através da tecnologia de interferometria SAR (InSAR). Tais dados foram coletados entre os dias 11 e 22 de fevereiro de 2000, cobrindo aproximadamente 80% da superfície terrestre. Estes dados, utilizados na forma de Modelo Digital de Elevação (MDE), apresentam resolução espacial original de 1 arc sec (~ 30m). Os dados disponíveis para a América do Sul tiveram sua resolução espacial reduzida para 3 arc sec (~ 90m) e resolução radiométrica de 16-bit. O SRTM operou simultaneamente com duas antenas, respectivamente nas bandas C e X (Carneiro, 2005 e Rabus *et al.*, 2003).

Para a composição do mosaico SRTM da Bacia do Paraná foram utilizados os dados com resolução espacial de ~90m, disponibilizados pela National Aeronautics and Space Administration (NASA) dos Estados Unidos, no endereço eletrônico [ftp://edcsgs9.cr.usgs.gov/pub/data/srtm/South\\_America](ftp://edcsgs9.cr.usgs.gov/pub/data/srtm/South_America).

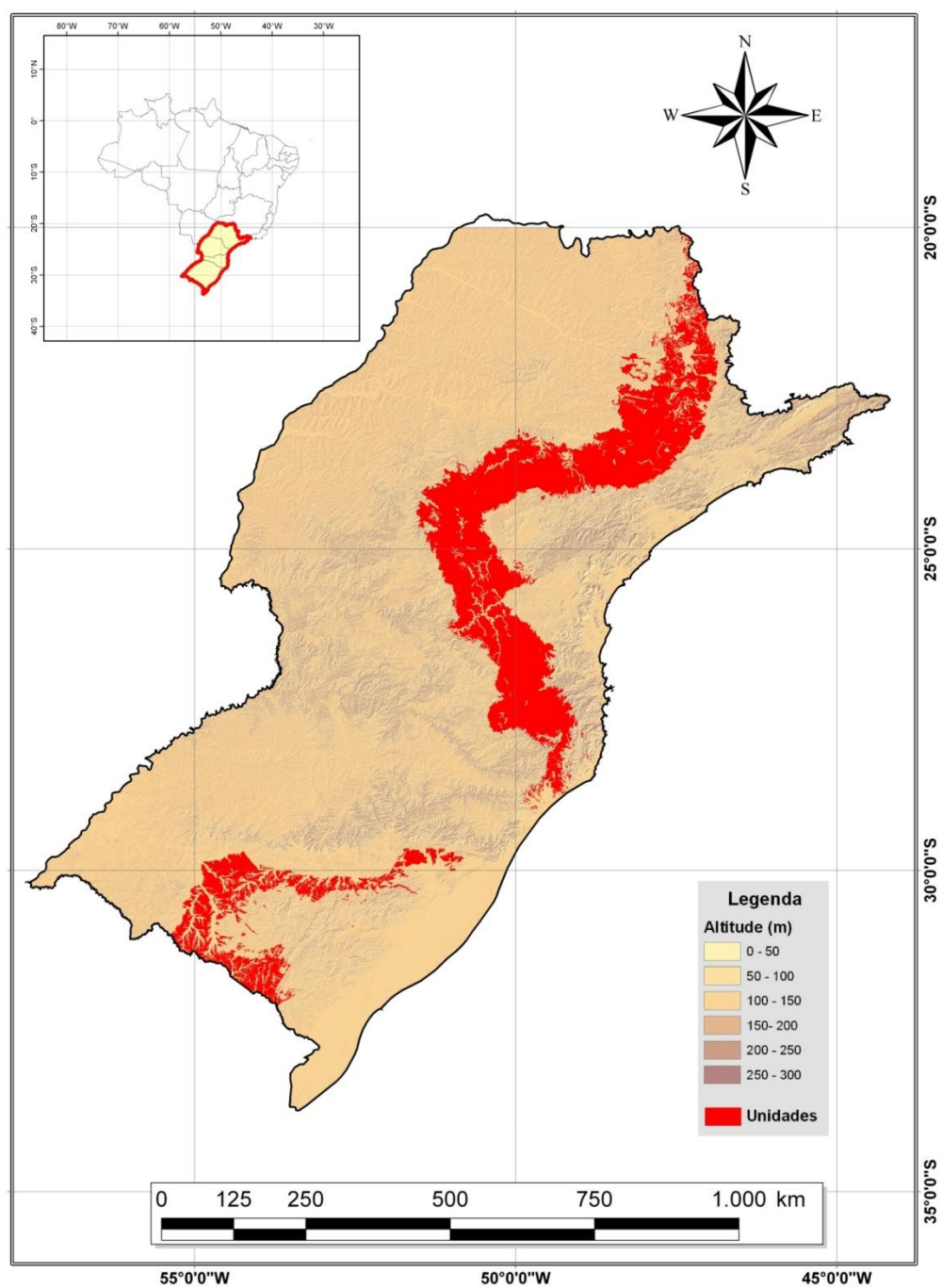
### 3. Contexto geológico e paleontológico regional

#### 3.1 Geologia do Neopaleozóico da Bacia do Paraná

A Bacia do Paraná é uma bacia intracratônica localizada no Continente Sul-Americano, incluindo porções territoriais de quatro países (Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai), totalizando 1,5 milhões de quilômetros quadrados (Almeida, 1969; Milani *et al.* 2007). A bacia possui formato elíptico no sentido NNE-SSW, com seu contorno definido atualmente por limites erosivos relacionados às tectônicas de idades Meso-cenozóicas. Sua deposição ocorreu no intervalo que vai do Neo-ordoviciano (450 Ma) até o final do Cretáceo (66 Ma) (Milani *et al.* 2007).

O pacote sedimentar-magmático da Bacia do Paraná atinge a espessura total máxima de 7 mil metros, no local que coincide geograficamente com a calha do rio Paraná. A figura 3.1 corresponde à área aflorante da Bacia que será utilizada no presente trabalho. No seu registro é possível observar pacotes sedimentares que indicam uma série de oscilações marinhas, bem como eventos de subsidência e soerguimentos, o que caracteriza o regime policíclico da bacia. Milani (1997) formalizou para a Bacia do Paraná seis unidades de ampla escala ou superseqüências, definidas por pacotes rochosos com intervalos de dezenas de milhões de anos, envelopados por discordâncias de caráter inter-regional. Os pacotes são: Rio Ivaí (Ordoviciano – Siluriano); Paraná (Devoniano); Gondwana I (Carbonífero – Eotriássico); Gondwana II (Mesotriássico – Neotriássico); Gondwana III (Neojurássico – Eocretáceo) e Bauru (Neocretáceo).

A Seqüência Gondwana I, onde se encontram os registros associados à Paleoflora Pré-*Glossopteris* e *Glossopteris*, é composta pelos grupos Itararé, Guatá, Passa Dois e as formações Pirambóia e Sanga do Cabral. Essa seqüência representa o maior volume sedimentar da Bacia do Paraná com 2.500 m de espessura (Milani *et al.* 2007).



**Figura 3.1:** Porção leste da Supesequência Gondwana I em destaque. O recorte corresponde ao estado de São Paulo e aos estados da Região Sul do País.



Durante o Neocarbonífero a Bacia do Paraná estava localizada sob altas latitudes (acima de 60° Sul), e foi nesse contexto que ocorreu a deposição do Grupo Itararé. A progressiva migração do Gondwana para baixas latitudes promoveu o degelo e a conseqüente subida do nível do mar (transgressão permiana), e a deposição do pacote sedimentar do Grupo Guatá, que segue essa tendência até seu topo. Já o Grupo Passa Dois representa um momento singular da bacia, uma vez que houve restrição da circulação das águas, o que resultou na formação de um mar interior com ambientes hipersalinos associados a baías isoladas, o qual foi posteriormente afogado, acompanhando uma tendência regressiva em grande escala, que gerou o assoreamento da bacia e o domínio de sistemas continentais.

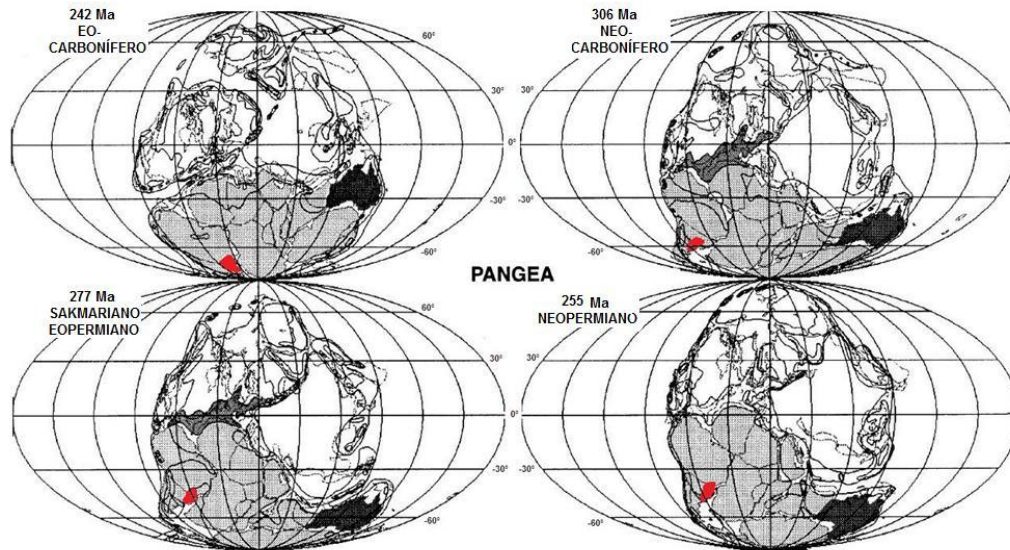
### **3.2 Clima do Neopaleozóico na Bacia do Paraná**

Através de registros fósseis, assim como de registros sedimentares sensíveis ao clima, foi possível concluir que os padrões globais climáticos do Carbonífero Superior e Permiano respeitam a mesma distribuição latitudinal atual (do equador para os pólos), associável a um ciclo glacial/interglacial (Ziegler, 1990; Rees *et al.*, 2002). Mas se examinarmos localmente a sucessão dos registros paleobotânicos e os compararmos entre si, poderemos inferir mudanças climáticas ao longo do tempo. Porém essas informações precisam ser manipuladas com cautela, uma vez que a deriva continental pode ter afetado o clima em virtude das alterações da latitude (Rees *et al.*, 2002).

Para o Gondwana, no intervalo de tempo aqui citado, houve a deriva de aproximadamente 15° no sentido norte, como se pode observar na figura 3.2. A dificuldade de se estudar os registros fósseis está relacionada com o fato de que os processos de fossilização tendem a ser mais intensos nos locais em que há maior precipitação (Rees *et al.*, 2002). Por outro lado, como as massas continentais estavam todas interligadas (a América do Sul encontrava-se ligada ao Continente Africano, formando o Gondwana, e a do Norte à Ásia e à América do Norte, formando a Laurásia — paleocontinentes que depois iriam constituir o Pangea), o que definiu principalmente a composição e a evolução das floras nesse intervalo foi a zona climática/latitudinal — não a paleogeografia (Ziegler, 1990).

No final do Carbonífero ocorreu uma grande glaciação, que tem origem concomitante com o início de uma orogenia Variscana ao norte do supercontinente, esta decorrente da colisão

do norte do Gondwana com o extremo sul da Laurásia, o que levou ao estabelecimento do supecontinente Pangea. Ou seja, a glaciação estaria relacionada aos efeitos topográficos gerados no evento Variscano (colisão do Gondwana com a Laurásia), que promoveram a remoção de parte do dióxido de carbono da atmosfera (Veevers, 2004). Outros autores, porém (como Shobbenhaus e Brito Neves, 2003), colocam a formação do Pangea no início do Triássico, negando a hipótese da relação entre um evento tectônico e uma glaciação.



**Figura 3.2:** Configuração paleogeográfica no Carbonífero e no Permiano, com destaque em vermelho para a localização aproximada da Bacia do Paraná (modificado de Veevers, 2004).

Já no período Permiano, as calotas glaciais que até então se estendiam em parte da porção sul do Gondwana retrocederam, e a Bacia do Paraná se tornou um ambiente de deposição transitório, até por fim terminar o ciclo com a formação de um imenso deserto no Triássico (representado pela Formação Botucatu).

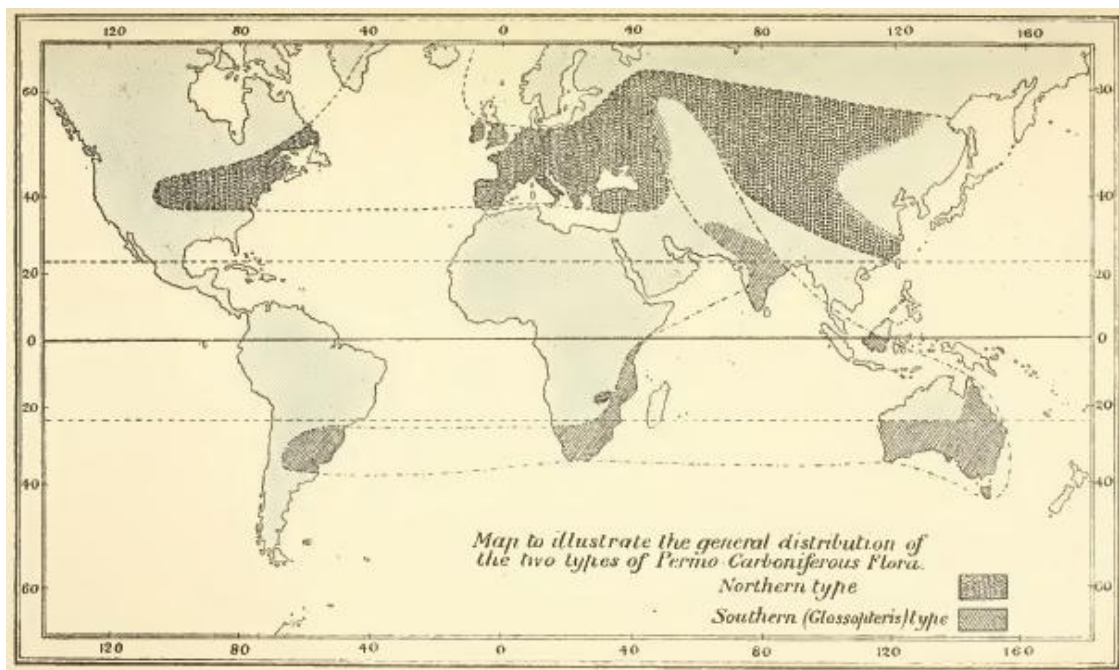
Em 1908, White já havia identificado o pacote de conglomerados aflorante na porção basal da serra do Rio do Rasto (citado como Conglomerado Orléans, de origem glacial, e que futuramente seria denominado Grupo Itararé). Associado a esse conglomerado também foram encontrados registros de uma flora, que White denominou Flora de *Gangamopteris*, e concluiu que os achados da América do Sul correspondiam ou poderiam ser correlacionados a outros do mesmo período, observados no sul da África — tratava-se desse modo de um evento global de glaciação e aquecimento. Já na Formação Rio Bonito, onde se podem observar níveis de

carbonatos e arenitos alternados com níveis de carvão, os sedimentos indicam um ambiente rico em matéria orgânica de origem vegetal (vida) não mais relacionado com o ambiente glacial (Ricardi-Branco, 1997). Os registros de formações vegetais persistem até o final da Formação Rio do Rasto.

Mas as unidades da Bacia do Paraná não são espacialmente uniformes. Dada a extensão da bacia, não seria de esperar uma deposição homogênea (pode haver diferentes ambientes deposicionais ocorrendo concomitantemente). Não se pode identificar continuidade lateral em todas as formações, o que dificulta o trabalho aqui proposto. No mais, a porção aflorante no intervalo discutido é representada por uma faixa descontínua, uma vez que processos posteriores afetaram as camadas inferiores, tais como erosão, vulcanismo e tectonismo. Assim, a análise deve ser feita tanto numa escala macro da bacia como, em muitos casos, numa escala local. Porém, tal dificuldade tem suas vantagens, uma vez que é possível identificar os diferentes grupos vegetais encontrados em cada local da bacia, em cada intervalo de tempo, podendo definir cada ambiente de deposição.

### **3.3 A Paleoflora de *Glossopteris***

Os fósseis pertencentes à Paleoflora de *Glossopteris* têm sido estudados pela comunidade científica desde o século XVIII. Coletados, descritos e incluídos nas coleções dos grandes museus, muito somaram ao conhecimento e a evolução das comunidades vegetais. Porém, foi somente em 1840 que um paleobotânico inglês, sir Joseph Dalton Hooker, observou que havia semelhança marcante entre as floras da América do Sul e Austrália. Foi então proposto (uma vez que a teoria da tectônica de placas foi apresentada por Alfred Wegener somente no século XX, em 1912, e aceita de fato apenas na década de 1960) um enorme continente na porção sul do planeta, nomeado “Gondwana”, que em sânscrito significa “terra dos Gonds”, em alusão a um povo do norte da Índia. O fitofóssil mais marcante do Gondwana é o gênero *Glossopteris*, nome que vem do grego *γλωσσα*, que significa “em forma de língua”. O gênero *Glossopteris* Brongniart foi descrito em 1828, e era ainda considerado um tipo de monilophyta e não um pteridosperma. A figura 3.3 mostra o estado da pesquisa em extensão mundial sobre a flora de *Glossopteris* no início do século XX.



**Figura 3.3:** Distribuição da província paleoflorística do Gondwana; em mapa do início do século XX. O texto diz: “Mapa para ilustrar a distribuição geral dos dois tipos de floras Permo-Carboníferas”. Neste mapa podemos observar dois tipos de flora, o tipo do norte (atualmente conhecido como flora Euroamericana) e o do sul (flora do tipo *Glossopteris*). A segunda ocorre principalmente no Brasil, sul da África, Índia, e Austrália (Newell Arber, 1905)

Durante o Carbonífero tardio, o clima e o relevo tinham papel fundamental na distribuição dos vegetais, e cada local era dominado por comunidades completamente diferentes, se comparados com os biomas atuais (que tendem a ser dominados por espécies de angiospermas). Ora, este fato é de grande importância para a análise da Paleoflora, porque permite generalizar de maneira mais abrangente os ecossistemas que cada grupo de vegetais habitou (DiMichele *et al.*, 2005).

Em relação à Bacia do Paraná, os estudos de suas seqüências sedimentares vieram evidenciando que a evolução paleoflorística esteve relacionada tanto com mudanças paleoecológicas quanto paleoclimáticas. A composição homogênea das assembléias de macrofitofósseis do final do Carbonífero e início do Permiano, caracterizadas por plantas que iam das herbáceas à arbustivas, pode ser considerada como reflexo de um ambiente rigoroso (periglacial - e.g. *Botrychiopsis plantiana* Carruthers 1869), sugerindo a persistência de um clima temperado frio. Primeiramente há dominância de gêneros como *Gangamopteris* (McCoy, 1847), que progressivamente é substituído pelo gênero *Glossopteris* (Guerra-Sommer e Cazzulo-Klepzig, 2000).

O predomínio de folhas de *Rubidgea* Tate 1867 e *Gangamopteris* com venação palmada, associadas à *Glossopteris* com venação reticulada, parece indicar a transição para condições climáticas mais amenas — episódio que fica evidente nos estratos e níveis ricos em carvão (como siltitos carbonosos) presentes na bacia, onde as glossopterídeas reticuladas relacionadas por exemplo à *Glossopteris communis* Feistmantel 1876 (sinonímia atribuída algumas vezes a *Glossopteris indica* Schimper 1874), são muito abundantes, enquanto *Gangamopteris* e *Rubidgea* (formas palmadas) apresentam baixa ocorrência. Alguns autores (Tybusch e Iannuzzi, 2008) atribuem os espécimes de *Rubidgea* a *Gangamopteris*, uma vez que sua diagnose é semelhante. Em momento posterior ocorreu repentino aumento das herbáceas articuladas, frondes e troncos de filicófitas arborescentes e de coníferas, consideradas elementos típicos da “Paleoflora de *Glossopteris*”, associadas a comunidades de pteridófitas (Guerra-Sommer e Cazzulo-Klepzig, 2000). Já na Formação Rio do Rasto encontramos o registro de uma Paleoflora de *Glossopteris* madura, caracterizada pela presença de poucos gêneros, em ambiente talvez relacionado a estágios anteriores ao processo de aridização. Gêneros como *Ilexoidephyllum* (Rohn e Rösler, 1987), muito semelhante à *Glossopteris*, porém com a margem serrada (morfologia característica de climas áridos), podem ser encontrados nesta Formação.

É interessante ressaltar ainda que, apesar da Paleoflora de *Glossopteris* ser considerada distinta da afluyente nas regiões antigas que ocupavam a porção norte dos terrenos emersos durante o final do Paleozóico, Rohn e Rösler (1987) colocam que alguns elementos dessa Paleoflora, relacionados principalmente a pteridófitas, são idênticos aos das Paleofloras nórdicas, fato geralmente relacionado à maior possibilidade de adaptação e migração do grupo. Também se pode considerar um paralelismo morfológico, de acordo com o qual as mesmas condições climáticas permitiram o desenvolvimento de folhas com características semelhantes, embora de famílias diferentes.

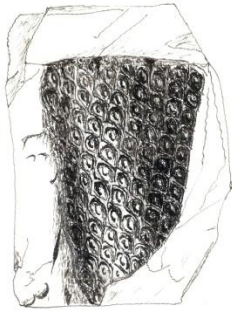
### **3.4 A Paleoflora de *Glossopteris*: taxa**

Pelo registro fóssilífero, podemos concluir que a Paleoflora do Paleozóico tardio na Bacia do Paraná era composta de gêneros de briófitas, licófitas, esfenófitas, filicófitas, pteridospermas e “gimnospermas”. Essa Paleoflora desapareceu no final do Paleozóico, na maior extinção em massa planetária documentada por geólogos (Erwin, 1993). Damos a seguir destaque para os gêneros mais freqüentes da Paleoflora em questão, aventados após a construção da Base de

metadados do presente trabalho. As referências dos autores que criaram os principais gêneros citados se encontra no Anexo III.

## Licófitas

*Lycopodiopsis* Renault 1890

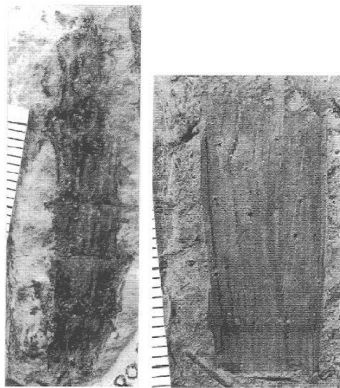


Gênero de licófitas, estabelecido por Renault (1890) mediante estudo de algumas amostras silicificadas provenientes do estado de São Paulo. Rohn e Rösler (2000) estabeleceram a zona *Lycopodiopsis derbyi* para tais ocorrências. E posteriormente Faria *et al.* (2009) completaram as descrições anatômicas.

*Lycopodiopsis derbyi* Renault 1890. (Figura retirada de Ricardi-Branco, 1997)

## Esfenófitas

*Paracalamites* Zalesky 1927



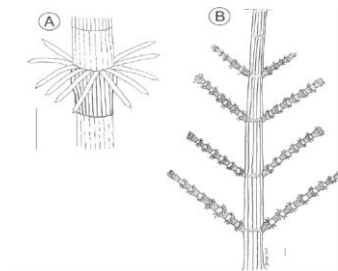
1

2

Morfogênero de esfenófitas que abriga grande variedade de caules do Neopaleozóico (Rigby 1966a e b). Até 1966, todos os caules de esfenófitas eram classificados em *Phyllothea* ou *Schinozeura*. Porém esses fósseis não apresentavam registros de folhas conectadas aos caules, fundamentais para tal identificação. A partir desta constatação, Rigby (1966) classificou os fósseis em *Paracalamites*, morfogênero criado por Zalesky (1927).

1. *Paracalamites levis* Rigby 1966; e 2. *Paracalamites montemorensis* Millan 1977 (Figuras retiradas de Zampirolli e Bernardes de Oliveira, 2000) de Itapeva, SP, Grupo Itararé.

*Phyllothea* Brogniart 1828



1

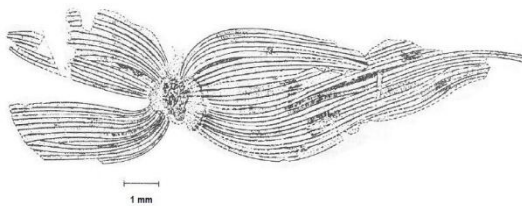
2

Morfogênero *Phyllothea*, proposto por Brogniart em 1828. Trata-se de um morfogênero de esfenófitas das famílias Calamitaceae e Equisetaceae, que engloba partes vegetativas da planta. Seu biocron abarca desde o Neocarbonífero até o Cretáceo.

1 e 2 *Phyllothea brevifolia*, descrita por Rösler *et al.* (2008), encontrada no afloramento Morro do Papaléo, município de Mariana Pimentel, RS; Formação Rio Bonito. Barra de escala: 10 mm



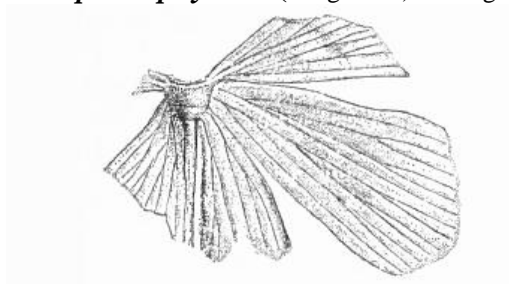
***Schizoneura*** Schimper *et* Mougeotv 1844



Gênero *Schizoneura*, descrito por Schimper *et* Mougeot em 1844. Caracteriza-se por caules articulados e estreitos, que apresentam folhas em dois conjuntos distintos e opostos em cada nó. Ocorre em diversas regiões do Gondwana, bem como em outras floras do Paleozóico e Mesozóico (Rohn e Rösler, 1986b).

*Schizoneura gondwanensis*. Afloramento localizado entre Paulo de Fontin e Rondinha (PR), Formação Rio do Rasto. Figura retirada de Rohn e Rösler (1986b)

***Sphenophyllum*** (Brogniart) Koenig 1825

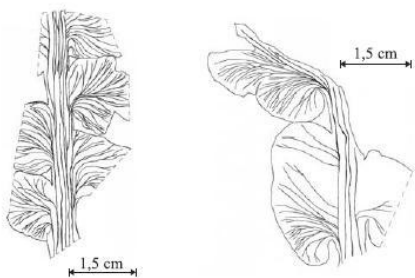


Gênero estabelecido primeiramente por Brogniart, 1822, e emendado por Koenig 1825. Trata-se de morfôgênero de vegetais de caule delgado, possivelmente trepadeiras de hábito emaranhado. Suas folhas possuem diversas formas e tamanhos, que se dispõem em verticilos (Newell Arber., 1905).

*Sphenophyllum* sp. (Newell Arber., 1905). Na Bacia do Paraná são encontrados nas Formações Rio Bonito e Rio do Rasto.

**Filicíneas/Monilófitas**

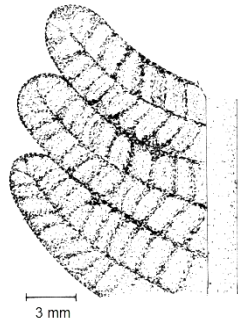
***Botrychiopsis*** (Kurtz) Archangelsky *et* Arrondo 1971



Gênero descrito por Kurtz (1985) e emendado por Archangelsky e Arrondo (1971). Vegetais presentes no Gondwana, caracterizados por folhas com frondes bipinadas, com pínulas inseridas nas regiões proximais da fronde (Jasper *et al.*, 2003). Archangelsky (1996) sugere que esse gênero representa um ancestral de algumas linhagens de plantas mesozóicas, como as *Corystopermales* (Jasper *et al.*, 2003).

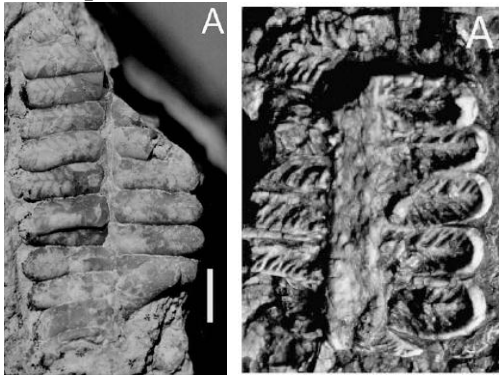
*Botrychiopsis valida* (Feistmantel) Archangelsky *et* Arrondo 1971, Afloramento Quiteria, RS, da Formação Rio Bonito. Figura retirada de Jasper *et al.* (2003).

***Astherotheca*** Archangelsky *et de la Sota* 1960



Morfogênero de pinas de monilófitas (filicíneas) do grupo das pecopterídeas. As ocorrências do gênero *Astherotheca* na Bacia do Paraná foram primeiramente descritas por Cazzulo-Klepzig (1978) ainda como o gênero *Dizeugotheca* (*Dizeugotheca bortoluzzi*), em afloramento localizado entre Mallet e Dorizon (PR). Formação Rio do Rasto. Figura retirada de Rohn e Rösler (1986a).

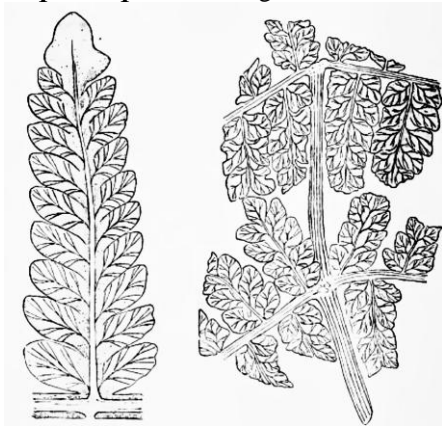
***Pecopteris*** (Brongniart) Sternberg, 1825



Morfogênero proposto por Brongniart em 1882 (Newell Arber., 1905) e revisto por Sternberg em 1825. Compreende pinas ou pínulas de monilófitas encontradas em vários períodos e locais do mundo (Tavares e Rohn, 2009).

*Pecopteris taguaiensis*. Rohn *et* Rösler 1986a. Ambas as fotos encontram-se no trabalho de Tavares e Rohn (2009); mas foram primeiramente estudadas em Rohn e Rösler (1986a). Amostras provenientes da Formação Corumbataí, em Piracicaba, SP.

***Sphenopteris*** Brongniart 1822



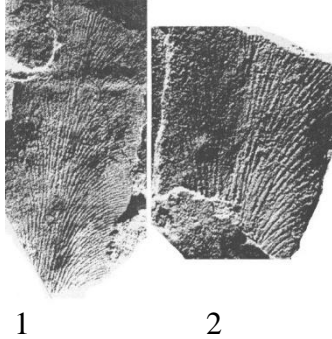
Gênero descrito por Brongniart em 1822. Foi definido para caules bi, tri ou quadripinados, finamente ou profundamente divididos. Um dos maiores e menos satisfatórios morfogêneros. Geralmente relacionado às pteridófitas, aparece no registro geológico por todo o Fanerozóico, com exceção do Quaternário, bem como em diversos ambientes (Newell Arber., 1905). Dado que sua caracterização é muito abrangente, pode ainda ser relacionado a uma série de gêneros de pteridófitas atuais.

*Sphenopteris polymorpha* Newell Arber 1905 (Figura retirada de Newell Arber., 1905).



## Pteridospermas

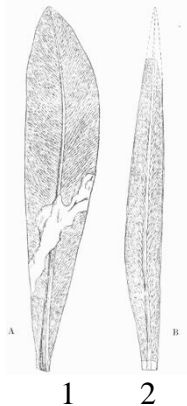
### *Gangamopteris* McCoy 1847



*Gangamopteris* é um gênero de pteridospermas muito similar a *Glossopteris* (da mesma Ordem). Na Bacia do Paraná são encontrados seus fósseis no Grupo Itararé e na Formação Rio Bonito (Bernardes-de-Oliveira, 1977; Cazulo-Klepzig *et al.*, 1980).

1 e 2 *Gangamopteris buriadica* McCoy 1875 (Desenho modificado de Guerra-Sommer e Cazzullo-Klepzig, 2000)

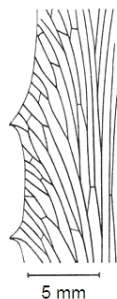
### *Glossopteris* (Brongniart) Brongniart 1828



O gênero de folhas *Glossopteris* possui margem lisa e foi primeiramente descrito no início do século XIX por Brongniart. O gênero tem ampla distribuição no Permiano do Gondwana. Trata-se de um morfogênero, uma vez que uma série de caracteres morfológicos que seriam usados para a distinção de diferentes espécies são encontrados na mesma planta, como tamanho e formato (Newell Arber., 1905).

1. e 2. *Glossopteris indica* Schimper 1874, em também encontradas na Bacia do Paraná (desenho modificado de Newell Arber., 1905)

### *Ilexioidephyllum* Rohn *et* Rösler 1989b.

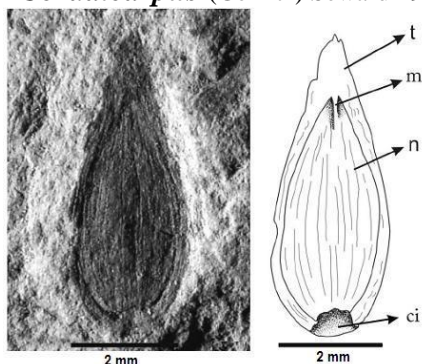


Gênero descrito por Rohn e Rösler (1989b) e incluído dentro da ordem Glossopteridales. Peculiar no que diz respeito a sua margem serrada, se comparada com outras glossopterídeas. Porém, cabe destacar que existem exceções quanto ao recorte das folhas para algumas espécies que são descritas como *Glossopteris*, o que significa considerar o gênero *Ilexioidephyllum* uma glossopterídea.

*Ilexioidephyllum permicum* Rohn *et* Rösler 1989b. Afloramento localizado entre as estradas de Reserva e Candido Abreu, Formação Rio do Rasto. Figura retirada de Rohn e Rösler (1989b).

## *Insetae sedis*

### *Cordaicarpus* (Geinitz) Seward 1917



Gênero *Cordaicarpus*, descrito originalmente por Geinitz em 1862, mas posteriormente redefinido por Seward para diferenciar as espécies nele incluídas daquelas de *Samaropsis* (Souza e Iannuzzi, 2009). Na Bacia do Paraná, o gênero foi primeiramente descrito por White (1908).

*Cordaicarpus cerronegreensis* Souza *et* Iannuzzi (2007). Afloramento Morro do Papaléo, município de Mariana Pimentel, Grupo Itararé (Figura retirada de Souza e Iannuzzi (2007)).

### *Samaropsis* Goeppert 1864



Morfogênero de sementes, descrito por Goeppert (1864) para identificar sementes com asas bem desenvolvidas. Algumas características de *Samaropsis*, como tamanho da testa e divisão em cardotesta e esclerotesta, são utilizados para diferenciá-las do gênero *Cordaicarpus* (Souza e Iannuzzi, 2007).

*Samaropsis gigas*. Souza *et* Iannuzzi (2007). Afloramento Morro do Papaléo, município de Mariana Pimentel, Grupo Itararé. Figura retirada de Souza e Iannuzzi (2007).

## **4. Construção de Base de metadados: uma nova ferramenta para análise de dados paleobotânicos**

### **4.1 Introdução**

Primeiramente apresentaremos um levantamento dos softwares de inclusão de dados paleontológicos e das bases de dados paleontológicos já construídas, com o objetivo de esboçar um histórico do tema.

### **4.2 Histórico**

#### *4.2.1. Softwares para a inclusão de dados paleontológicos e algumas bases de dados paleontológicos*

Pesquisadores da Unisinos desenvolveram o sistema denominado Paleosig (Stranz *et al.*, 2008); construído em ambiente SIG, foi utilizado inicialmente para a inclusão de dados paleontológicos da região de Quarta Colônia, que se destaca por uma série de ocorrências fossilíferas, contribuindo desta maneira para a pesquisa paleontológica do Rio Grande do Sul. O software não se encontra disponível na rede, mas mostrou-se ferramenta interessante.

Outro *software* para a inclusão de dados paleontológicos em banco foi desenvolvido por Hannes Löser, da Universidade Autônoma do México — o Paleotax. Trata-se de sistema muito bem estruturado, possuindo versões em inglês, espanhol e alemão; permite a inclusão na base de um mínimo de dezesseis tópicos interligados (como ocorrência, idade, localidade, gênero, etc.), sendo que cada tópico possui uma série de atributos a serem preenchidos (em gênero temos, por exemplo, nome, autor, etimologia, número de espécies, etc.) O *software* ainda permite a transferência dos arquivos gerados para sua posterior utilização em *softwares* de georreferenciamento espacial. Apesar de se tratar de um *software* de uso livre, possui complexidade maior do que a Base de metadados proposta para o presente trabalho. O *software* se encontra à disposição para download em (<http://www.paleotax.de>).

#### 4.2.2. Bancos de dados paleontológicos disponíveis

Existem diversos bancos de dados disponíveis na rede. Citam-se aqui alguns deles, como o banco de dados utilizado pelo software PaleoTax, apresentado pelo Prof. Dr. Thomas Steuber, da Universidade de Colônia, Alemanha. Disponível na internet (<http://www.paleotax.de/rudists/intro.htm>), esse banco foi desenvolvido com o intuito de reunir todo o material publicado sobre uma superfamília de bivalves, *Hippuritoidea* Gray 1848, existente do Jurássico ao Cretáceo. Conta com informações referentes a gêneros, espécies, localidades e publicações. O banco é simples, porém tem por objetivo trabalhar todas as ocorrências mundiais de um determinado gênero.

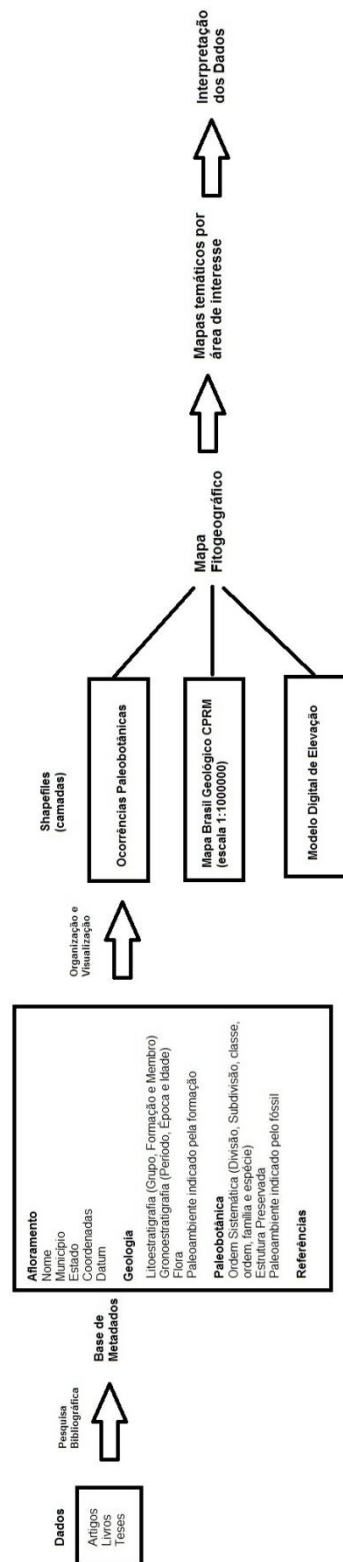
O banco de dados desenvolvido pela CPRM, o Geobank, foi construído com o intuito de integrar todos os dados geológicos do Brasil. Dentro dele se encontra a Base de Dados Paleontológicos (Base Paleo), onde estão reunidos dados referentes às ocorrências fossilíferas (macro e micro-fósseis), a sua taxonomia, paleoecologia e bioestratigrafia. Os fósseis incluídos nesse banco pertencem às coleções do CPRM, do DNPM e da UFRJ. Infelizmente, as informações não são sempre corretas, havendo uma série de erros referentes à localização das ocorrências, tornando dessa maneira os dados pouco confiáveis. O banco encontra-se disponível em (<http://geobank.sa.cprm.gov.br>).

O *U.S. Geological Survey* desenvolveu uma base de dados na web com o objetivo de incluir, consultar, mostrar e resgatar os dados paleontológicos. Esse levantamento foi realizado para a geologia do Alasca, e as ocorrências foram relacionadas a depósitos minerais sedimentares (como Sedex), ocorrências petrolíferas, orogenias, etc. (Zhang *et al.*, 2008). A base de dados está disponível em (<http://www.alaskafossil.org>).

Apesar de todos os trabalhos e softwares aqui citados serem bem desenvolvidos, a escolha da execução em planilhas do software Excel para construção da base de dados ocorreu devido a sua simplicidade, uma vez que o ArcMap é capaz de ler o Excel e fazer transferência direta da base de dados para o mapa base. Devido a seu modelo de construção, usaremos aqui a terminologia Base de metadados e não base de dados.

### **4.3 Arquitetura do trabalho e da Base de metadados paleontológicos proposta**

Segue um esquema da arquitetura geral do presente trabalho (Figura 4.3.a). Dele constam elementos que nos esclarecem como ocorreu a formulação do trabalho em sua totalidade, levando em consideração as etapas da pesquisa bibliográfica, o desenvolvimento da Base de metadados e a montagem dos *layers* — juntando os mapas da CPRM, o Modelo Digital de Elevação e a camada referente à distribuição geográfica dos pontos (representando os afloramentos e as ocorrências); até a interpretação dos dados.



**Figura 4.3.a:** Arquitetura geral da presente pesquisa

Em relação à Base de metadados, cada um dos critérios presentes na tabela é considerado a seguir, com vistas a definir os critérios utilizados para a montagem da planilha.

Primeiramente foram propostos atributos-chave, que se relacionam a atributos específicos de cada dado. São eles: afloramento, geologia, paleobotânica (sistemática e dados sobre o fóssil) e referências bibliográficas. A base foi desenvolvida aproveitando em parte os critérios utilizados por outros softwares (como o Paleogis e o PaleoTax), facultando porém menor especificidade a alguns atributos, quando estes se tornam desnecessários para o trabalho que será posteriormente elaborado. Um exemplo da base encontra-se no Anexo I. As referências usadas nesta base de dados se encontram no anexo II.

## **A. Afloramento**

Na primeira chave de atributos realizou-se o levantamento de dados gerais sobre localização do afloramento em questão: dados que levam a sua localização espacial. Os atributos são os seguintes:

### Nome

Geralmente os afloramentos, quando desenvolvidos para trabalhos de grande porte, recebem nomes referentes a sua localidade, como “Morro do Papaléo” ou “Mina de Faxinal” (Cazzulo-Klepzig *et al.*, 1980), ou são identificados por uma numeração “AF/GP 186” (Rohn e Rösler, 1989a). O nome é importante por informar de maneira direta de que afloramento se trata (sem necessidade de consulta bibliográfica ou posterior orientação no ArcGIS).

### Município e Estado

Os municípios e estados estão diretamente relacionados à localização do afloramento. Uma vez que a base só realizou um levantamento de macrofitofósseis das ocorrências em território nacional, os estados considerados serão somente aqueles que têm afloramentos dessa idade. São eles Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo; e os municípios considerados serão aqueles que apresentam afloramentos nesses estados.

### Localização (coordenadas geográficas e datum)

As coordenadas utilizadas foram as apresentadas pelos autores dos artigos, teses, resumos de congresso, etc. Uma vez que nem todos os trabalhos indicam coordenadas exatas das localizações, pode-se fazer a inferência das mesmas com o uso de um mapa de estradas de rodagens georreferenciado ou de fotografias de satélite georreferenciadas híbridas que mostrem, além da fotografia, vias já georreferenciadas e coordenadas geográficas decimais (existem diversas disponíveis, podemos aqui citar WikiMapia – (<http://wikimapia.org>) e ACME Mapper – (<http://mapper.acme.com>). Outra opção, para casos extremos de autores que não citam a localização exata da ocorrência fossilífera, é o uso do ponto central do município, respeitando da melhor forma possível litologia. O *datum* dos mapas da Geomaps, e da maior parte das coordenadas encontram-se em “Córrego Alegre”. Já os mas da CPRM encontram-se em SAD69.

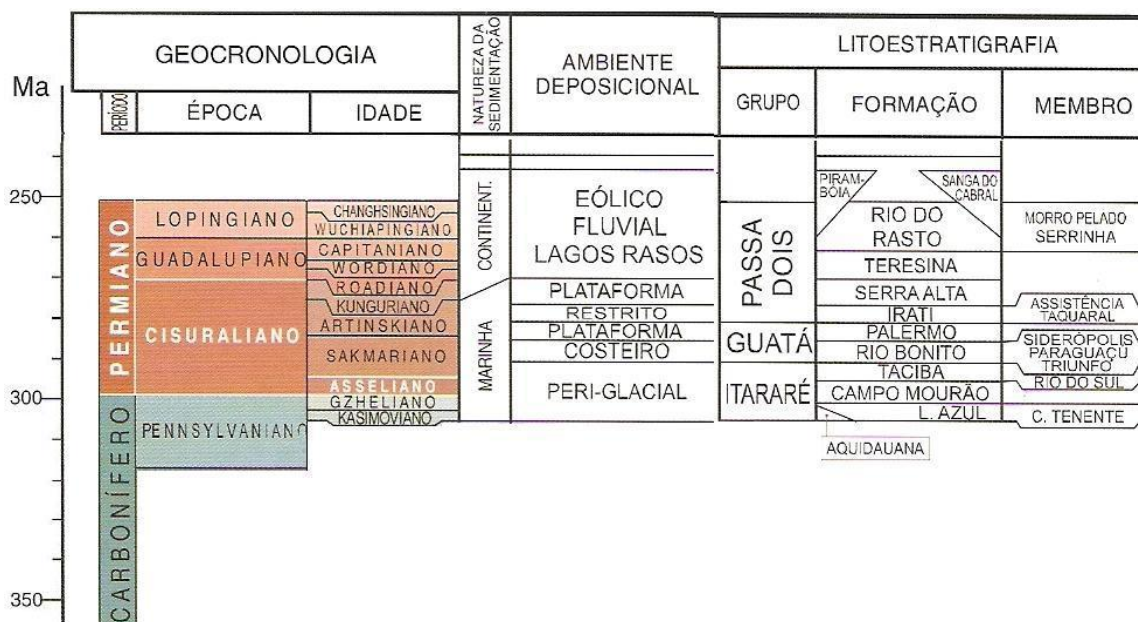
### **B. Geologia**

No tópico Geologia da Base de metadados proposta levantaram-se os atributos geológicos para afloramentos do pacote Gondwana I, onde se encontram as Paleofloras Pré *Glossopteris* e *Glossopteris*. A litologia e as litofácies presentes em cada afloramento não foram incluídas neste trabalho em vista das múltiplas litologias que podem existir num único afloramento, o que impossibilitaria sua sistematização.

### Litoestratigrafia (Grupo, Formação e Membro)

A Seqüência Gondwana I é composta pelos Grupos Itararé, Guatá, Passa Dois e as Formações Pirambóia e Sanga do Cabral (Milani *et al.*, 2007). Grupos, formações e membros utilizados na Base de metadados foram os mesmos propostos pelos autores dos trabalhos. Realizaram-se adaptações, uma vez que houve mudanças na litoestratigrafia da bacia ao longo dos anos de pesquisa. De uma maneira sistematizada, as informações encontram-se na figura 4.3.b.





**Figura 4.3.b:** Coluna estratigráfica do Neopaleozóico da Bacia do Paraná.

(Modificado de Milani *et al.*, 2007)

Através do levantamento chegou-se à conclusão de que algumas formações não apresentam registro de fitofósseis, como a Formação Palermo, no Grupo Guatá, e a Formação Serra Alta, no Grupo Passa Dois. As que apresentam fósseis são: Aquidauana, Taciba (além de uma série de ocorrências, nas quais o Itararé é citado como indiviso — Grupo Itararé), Tietê, Rio Bonito, Irati, Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto. A maior diversidade encontra-se na Formação Rio Bonito, que também apresenta grande número de ocorrências.

O Grupo Itararé foi considerado unidade indivisa (e não foram individualizadas as suas formações), pois são muitos os trabalhos que não revelam a que Formação do Grupo pertence a ocorrência descrita. O grande problema em torno da estratigrafia do Grupo Itararé decorre dos vários estágios glaciais que se sucederam durante a sua deposição, fato que provocou erosão e nova deposição. Cabe lembrar que isso estimulou uma série de debates ao longo do último século, que interpretam o Grupo Itararé como Formação, Grupo e Subgrupo. Desta maneira, para simplificar a questão, optou-se por trabalhar somente com o Grupo.

### Geocrostratigrafia (Período, Época e Idade)

Da mesma maneira, foram utilizadas as informações presentes no trabalho de Milani *et al.*, 2007 (figura 4.3.b), para a estratigrafia da Bacia do Paraná, tendo por referência a idade de cada Formação.

É interessante mencionar ainda que o limite entre o Carbonífero e o Permiano (em milhões de anos) não é preciso, definido pela camada, no caso o surgimento de determinados grupos de plantas. As épocas e as idades também não são de consenso, definidas por litologias específicas de algumas regiões.

A figura 4.3.c mostra as diferentes idades do Carbonífero para diversos autores. Foi escolhida a divisão de Grastein *et al.* (2004), a mesma utilizada para a construção da coluna estratigráfica da Bacia do Paraná.

Harland et al. 1982	Harland et al. 1990	Odin & Odin 1993	Gradstein & Ogg 1996	Laurie et al. 1996	Remane et al. 2000	Gradstein & Ogg 2004
Tatarian	Zechstein	Tatarian				
Ufimian		Kazanian	Tatarian	Tatarian	Lopingian	Changhsing 254
Kungurian <sup>263</sup>	Rotliegendes	Kungurian <sup>265</sup>	Kazanian			Wuchiapingian <sup>260</sup>
Artinskian		Artinskian	Kungurian	Kazanian <sup>267</sup>	Guadalupian	Capitanian <sup>266</sup>
Sakmarian			Artinskian	Ufimian		Wordian <sup>268</sup>
Asselian <sup>286</sup>		Sakmarian	Sakmarian	Kungurian		Roadian <sup>271</sup>
			Asselian <sup>290</sup>	Artinskian	Cisuralian	Kungurian <sup>276</sup>
Stephanian		Asselian <sup>295</sup>	Ghzelian	Sakmarian		Artinskian <sup>284</sup>
	Ghzelian	Stephanian		Asselian <sup>298</sup>		Sakmarian <sup>295</sup>
				Stephanian	Pennsylvanian	Asselian <sup>299</sup>
						Ghzelian

**Figura 4.2.c:** Comparação do limite Carbonífero/Permiano e as divisões das Idades para diferentes trabalhos dos últimos 30 anos (Cezari, 2006)

## Flora

A princípio pensou-se no recurso às biozonas, uma vez que existem varias delas sugeridas para o megaciclo Gondwana I, utilizando como marcadores palinomorfos, vertebrados (Milani *et al.*, 2007) e bivalves. Porém, apenas uma minoria dos afloramentos foi objeto de estudo bioestratigráfico. Em geral são empregados os palinomorfos mas, mesmo nestes casos, são utilizadas muitas vezes biozonas argentinas para a determinação de sua idade.

Aqui foram empregadas as floras propostas primeiramente por Rösler (1978), aperfeiçoadas por Rohn e Rösler (2000) e Iannuzzi e Souza (2005), para terminar finalmente no trabalho de Azccuy *et al.* (2007), que trata da Paleoflora de *Glossopteris* não somente no Brasil, como também em outros locais, como a Bacia do Karoo (África do Sul). Na Bacia do Paraná, ela é dividida em uma Paleoflora Pré-*Glossopteris*, quatro floras e três zonas dentro da Paleoflora de *Glossopteris* (figura 4.3.d).

Segundo os autores, a Paleoflora Pré-*Glossopteris* é aflorante na Bacia do Paraná nas porções basais do Grupo Itararé, e é caracterizada por espécies dos gêneros *Gangamopteris*, *Rubidgea*, *Samaropsis*, *Botrychiopsis*, *Cordaicarpus*, e *Paracalamites*. A seguir são listadas floras que são generalizadas como “Flora de *Glossopteris*”. A Flora *Phyllothea-Gangamopteris* pode ser observada no topo do Grupo Itararé e nas camadas basais da Formação Rio Bonito, e representa o primeiro registro do gênero *Glossopteris*, além da presença de *Gangamopteris*. Já na porção média e no topo da Formação Rio Bonito há a Flora *Glossopteris-Brasilodendron*, sendo esta a mais diversificada quanto a gêneros da bacia. Podemos encontrar, acima dessa, a Flora *Polysolenoxylon-Glossopteris*, que além de gêneros de *Glossopteris* apresenta diversos registros de lenhos, e está representada na Formação Irati. Na Formação Teresina/Corumbataí há a Fitozona *Lycodiopsis derbyi* (Rohn e Rösler, 2000), onde existe predomínio de *Glossopteris*, além da presença de gêneros de licófitas, esfenófitas e pteridospermas; e o desaparecimento do *Gangamopteris* do registro fossilífero. Na Formação Rio do Rasto há duas fitozonas descritas por Rohn e Rösler (2000): uma mais antiga, denominada (1) Fitozona *Sphenophyllum paranaense*, sendo a espécie que a nomeia considerada como sua espécie característica, presente somente no Membro Serrinha, além de diversas espécies de *Glossopteris*; e uma mais jovem, denominada (2) Fitozona *Schinozeura gondwanensis*, característica do Membro Morro Pelado, onde há uma baixa diversidade de espécies do gênero *Glossopteris*, além de *Ilexoidephyllum permicum* que,

conforme já foi discutido, poderia ser uma adaptação evolutiva de *Glossopteris* para climas mais secos.

Holz *et al.* (2010) indicam uma outra proposta bioestratigráfica para os fitofósseis, semelhante à de Azcuy *et al.* (2007); porém a Flora *Phyllothea-Gangamopteris* estaria restrita ao Grupo Itararé. Aqui será usada a definição de Azcuy *et al.* (2007) para a divisão das floras e fitozonas, uma vez que existe a ocorrência de *Phyllothea* (14 ocorrências em distintas localidades) e *Gangamópteris* (23 ocorrências em distintas localidades) na formação Rio Bonito, e não faria sentido restringi-lo ao Grupo Itararé.

		Azcuy <i>et al.</i> (2007)	Unidade Geológica
Provincia Florística do Gondwana	Fitozona	<i>Schinozeura gondwanensis</i>	Fm. Rio do Rasto
		<i>Sphenophyllum paranaense</i>	
		<i>Lycopodiopsis derbyi</i>	Fm. Teresina
		(hiato)	Fm. Corumbataí
		(hiato)	Fm. Serra Alta
	Flora	<i>Polysolenoxylon-Glossopteris</i>	Fm. Irati
		(hiato)	Fm. Palermo
		<i>Glossopteris-Brasilodendron</i>	Fm. Rio Bonito Fm. Tatui
		<i>Phyllothea-Gangamopteris</i>	
		<i>Pré - Glossopteris</i>	Grupo Itararé

**Figura 4.3.d:** Divisão da sucessão vegetal encontrada na Bacia do Paraná no Neopaleozóico adaptada e respectivas unidades geológicas

### *Paleoambiente indicado pela Geologia (ambiente deposicional)*

Esse atributo inclui o ambiente específico destacado pela Formação geológica, conforme o trabalho de Milani *et al.* (2007), desta maneira seguindo o ambiente deposicional (Figura 4.3.b). Este atributo pode ser comparado com o ambiente característico de cada espécie vegetal.

### **C. Paleobotânica**

Nesta terceira chave de atributos foram recolhidas as informações botânicas dos fósseis incluídas na base, bem como dados sistemáticos da ocorrência, estruturas e processo de fossilização.

### Ordem Sistemática (Divisão, subdivisão, classe, ordem, família, gênero e espécie)

A sistemática foi criada dentro da Biologia com o propósito de organizar e descrever os seres vivos, permitindo dessa maneira ordená-los através das feições comuns de diferentes organismos, classificando-os dessa maneira. No atributo agora em exame serão considerados a sistemática definida pelo autor do trabalho a que se refere a ocorrência, as tendências sistemáticas propostas atualmente para a divisão do Reino *Plantae* e os últimos avanços na classificação e identificação de fitofósseis.

A classificação utilizada na Base segue Frey (2009) para as categorias mais amplas como Divisão, Classe e Ordem. Frey (2009) apresenta quatro divisões para as plantas terrestres: *Marchantiophyta*, *Bryophyta*, *Antocerophyta*, *Tracheophyta*. A Divisão *Tracheophyta* possui as subdivisões *Rhyniophytina*, *Lycophytina*, *Euphyllophytina*, *Spermatophytina*. Para as categorias taxonômicas menores, adaptou-se a classificação Taylor *et al.* (2009), uma vez que esses autores propuseram um sistema de classificação mais amplo para fitofósseis. Linhagens categorizadas por Taylor *et al.* (2009) como Divisão foram transferidas para o nível de Classe e, de forma semelhante, outras categorias.

### Estrutura preservada

Por se tratar de macrofitorrestos, os fósseis aqui presentes poderão referir-se a órgãos vegetativos no caso de folhas (ou filídios e microfilos), caules (ou caulídeos), ramos, lenhos e raízes, ou a órgãos reprodutivos no caso de sementes de estruturas reprodutivas portadoras de óvulos/esporângios. Este atributo fornece uma indicação se a estrutura pode ou não ser transportada por longas distâncias.

### Tipo de preservação

O tipo de preservação refere-se ao processo de fossilização e ao material de que o fóssil é composto. Os registros fósseis presentes na Bacia do Paraná são, em sua maioria, incarbonizações, compressões, impressões e permineralizações (como silicificações).

### Ambiente indicado pela ordem sistemática

O ambiente indicado pela ordem sistemática é distinto daquele indicado pela Geologia. A Geologia interpreta de maneira mais geral o ambiente através principalmente de feições sedimentares (litologia, granulometria, estruturas, etc.), e oferece um panorama geral do mesmo, e não uma informação local. Já os fósseis, principalmente aqueles considerados autóctones e paraúctones fornecem uma informação local, uma vez que plantas são seres fixos e intimamente ligados a condições de clima, umidade, iluminação, etc.. O critério utilizado está esquematizado na tabela 4.3 a seguir.

Coníferas, Cordaitales e outras Gimnospermas	Fora da bacia (ocorrências alóctones)
Sphenophitas	Planície de inundação
Pteridospermas	Margem dos corpos d'água a Planície de inundação
Samambaias Arbustivas	Planície de inundação à fora da área deposicional (provavelmente alóctones)
Licófitas	Margem dos corpos d'água a Pântanos turfosos secos
Briófitas e Hepatófitas	Margem dos corpos d'água a Pântanos turfosos úmidos
Algas	No interior dos corpos d'água
Gêneros incertos	?

**Tabela 4.3:** Relação espécie vegetal x ambiente com maior probabilidade de desenvolvimento

### Transporte

Indica a amplitude espacial dos *taxa* com relação ao habitat e ao local de deposição. Assim foi definida uma escala padronizada em “A”, “B” e “C” — onde “A” corresponde a espécimes vegetais que sofreriam o menor transporte (plantas ou estruturas mais frágeis que não suportariam transporte por longas distâncias, ou paraúctones), “B” (*taxa* que percorreram

distâncias intermediárias) e “C” (plantas ou estruturas mais resistentes ou alóctones, depositadas fora do seu habitat). Sementes e troncos, por exemplo, são estruturas vegetais mais resistentes, o que permite maior transporte ao longo da bacia. Assim, os dados referentes a estes fósseis não seriam bons indicadores paleoambientais. Já fósseis de folhas indicam soterramento rápido da estrutura, pois fatores químicos e biológicos agem rapidamente, degradando e danificando as mesmas, não permitindo sua fossilização.

#### **D. Referências**

É de fundamental importância que a Base de metadados contenha o trabalho no qual a ocorrência foi relatada. Dessa maneira, a última chave de atributos compõe-se de um levantamento de referências padrão, com nome do autor, título, local de publicação e ano de publicação.

Muitas vezes uma mesma ocorrência é estudada por diferentes autores, em sucessivas revisões. Criou-se em vista disso uma tabela auxiliar, onde as referências são listadas e numeradas. Na tabela principal, somente se catalogam os números relativos a cada referência bibliográfica.

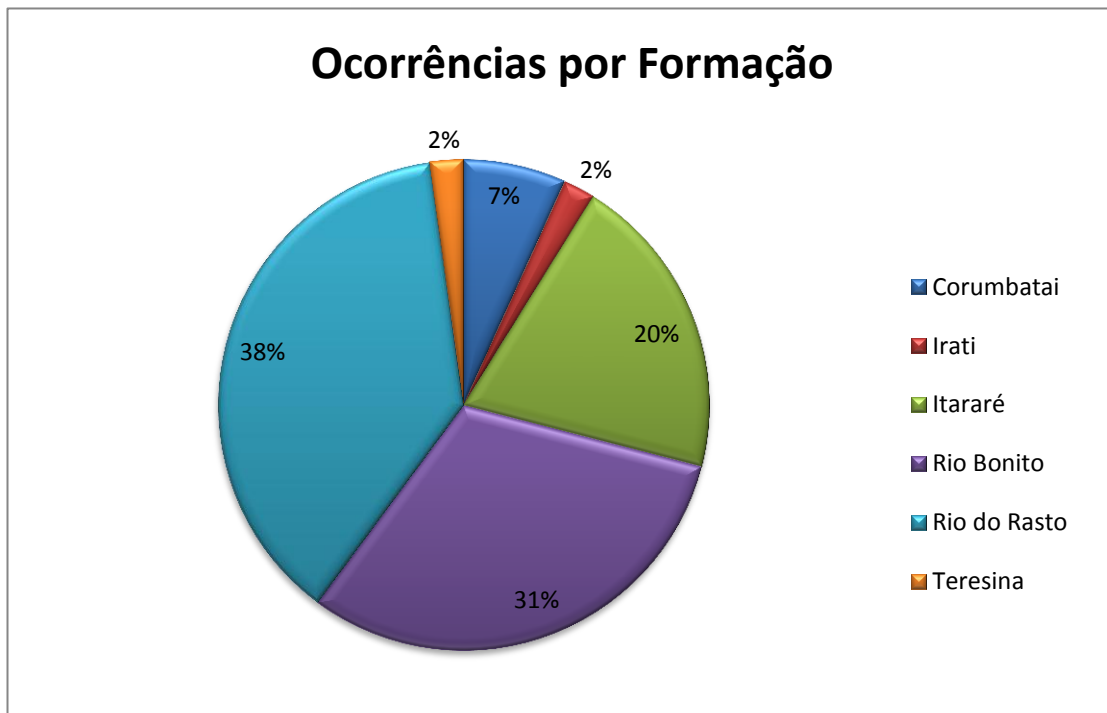




## 5. Resultados

### 5.1 Base de metadados

De maneira geral, estima-se que aproximadamente 95% dos dados paleobotânicos relativos a fitofósseis disponíveis para o Neopaleozoico da Bacia do Paraná foram pesquisados e plotados na planilha, resultando um total de 1.208 dados/linhas (cada dado concerne a uma espécie, em um determinado local), resgatados a partir de 158 referências bibliográficas listadas ao final deste trabalho, somando um total de 281 afloramentos. Contudo não é possível garantir que todos os dados existentes referentes a fósseis aqui estudados foram incluídos no Base de metadados. O gráfico abaixo reproduz a distribuição das ocorrências por Formação (Gráfico 5.1.a).



**Gráfico 5.1.a:** Distribuição dos dados (cada dado corresponde a uma espécie) por unidade litoestratigráfica estudada (Bacia do Paraná)

O Grupo Itararé representa 20% do total de ocorrências de espécies vegetais na Bacia do Paraná, apesar de apresentar poucas localidades diversos gêneros (45 gêneros no total, além de

ocorrência de raízes fósseis), sendo a sua expressividade no gráfico consequência da presença de uma paleoflora diversificada ou de maior número de estudos sobre seu registro fitofossilífero.

A Formação Rio Bonito apresenta 31% do total de ocorrências de espécies presentes na Bacia do Paraná, já que esta oferece uma situação muito propícia aos processos de fossilização. Nela são encontradas grandes quantidades de níveis e estratos de carvão, ou seja, biomassa proveniente da Paleoflora de *Glossopteris* (floras *Phyllothea-Gangamopteris* e *Glossopteris-Brasilodendron*) aprisionada no registro geológico.

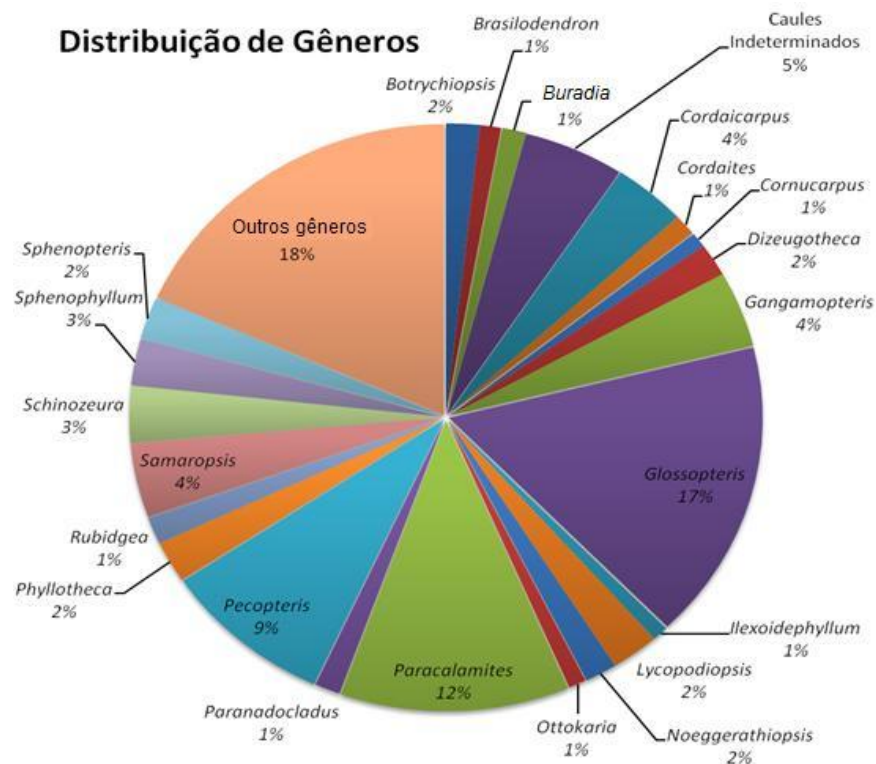
As formações Irati e Corumbataí afloram principalmente no estado de São Paulo. A Formação Irati sofreu influência marinha, nela se encontram fósseis de vertebrados como mesossauros, além de uma série de ocorrências de estromatólitos. Contudo cabe mencionar que nas formações Irati e Corumbataí se concentra a maior parte dos lenhos silicificados neopaleozoicos da Bacia do Paraná, o que poderia indicar sua origem alóctone, uma vez que troncos podem flutuar em cursos de água por grandes distâncias, diferentemente das folhas, que são, em muitos casos, no máximo para-autóctones (Greenwood, 1991; Burnham, 1994; Alexander *et al.*; 1999; Fielding e Alexander, 2001; Ricardi-Branco *et al.*, 2009, 2011). Já a concentração de 31% do total de ocorrências de espécies presentes na Bacia do Paraná, na Formação Rio do Rasto, se deve à intensa busca por fósseis na área, por pesquisadores como Rohn e Rösler (Rohn, 1988, 1994; Rohn e Rösler, 1986a, 1986b, 1986c, 1989a, 1989b). Porém, entre os fitofósseis encontrados, não há diversidade quanto ao número de gêneros (dez gêneros encontrados somente, apesar de mais de cem localidades distintas visitadas).

### Gêneros Com Maior Representatividade

Os gêneros que apresentaram maior representatividade (mais de 20 ocorrências na Base de metadados) foram os seguintes:

- Lycopsida, *Lycopodiopsis*;
- Equisetopsida, *Phyllothea*, *Schinozeura*, *Sphenophyllum* e *Paracalamites*;
- Marattiopsida/Polypopsida, *Dizeugotheca*, *Pecopteris* e *Botrychiopsis*;
- Ptridospermopsida, *Sphenopteris*, *Gangamopteris*, *Glossopteris* e
- *Insertae sedis*, *Cordaicarpus* e *Samaropsis*.

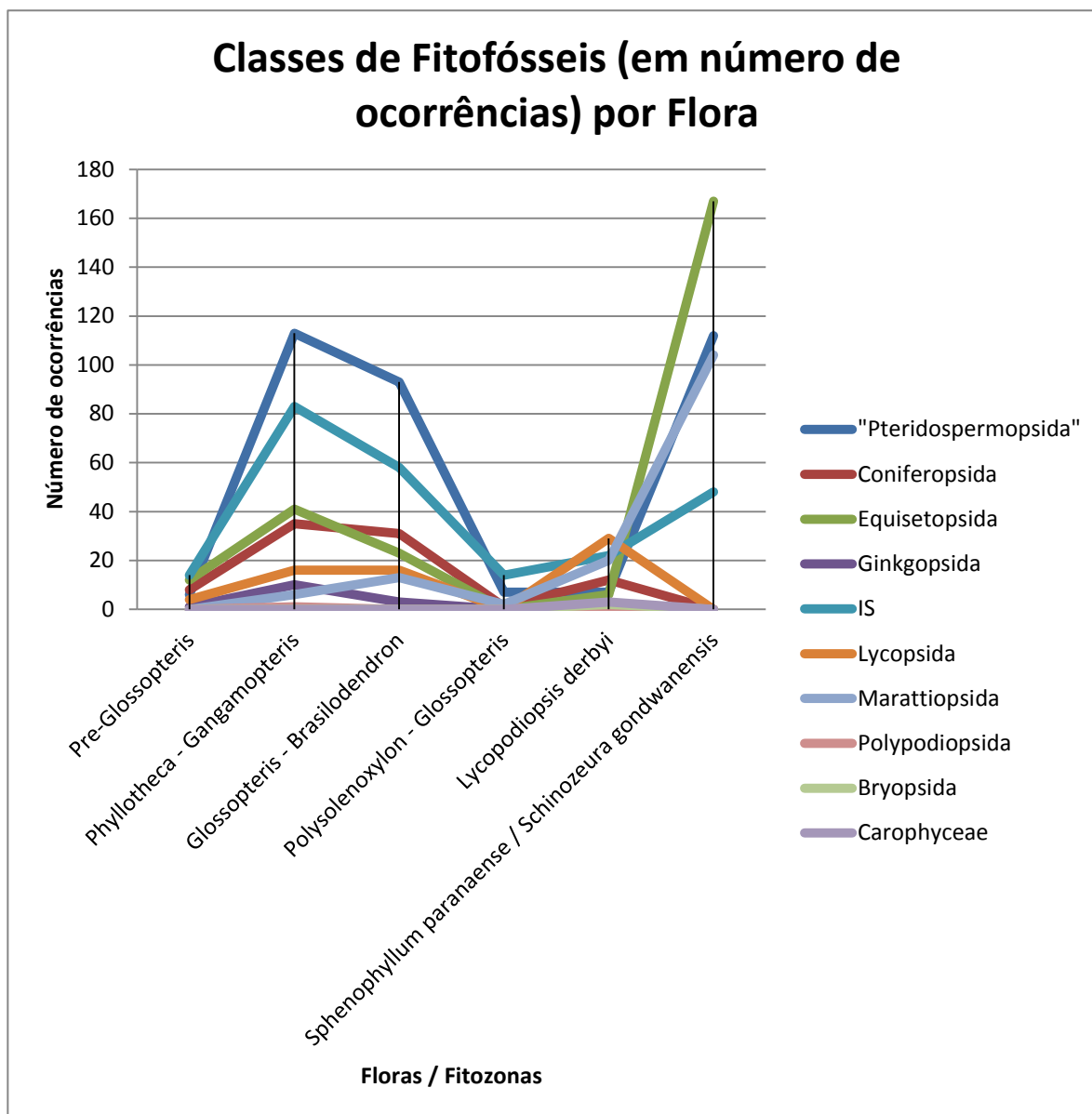
Estes gêneros correspondem justamente àqueles discutidos na revisão bibliográfica, item 3.4 (Gráfico 5.1.b). Dentre eles, destaca-se *Glossopteris* como o mais significativo, como era de se esperar. Os gêneros *Paracalamites*, *Pecopteris* e *Gangamopteris* também merecem destaque, uma vez que se trata de gênero muito similar ao *Glossopteris*. *Gangamopteris* já não ocorre no Grupo Passa Dois, apesar de White (1908) ter sugerido o nome “Flora de *Gangamopteris*” para a flora permiana observada na Bacia do Paraná, tal sua frequência na região. Cabe ressaltar ainda que o gênero *Gangamopteris* também apresenta caracteres semelhantes ao gênero *Glossopteris*, sendo muitas vezes difícil distinguir os dois nas floras do início do Permiano.



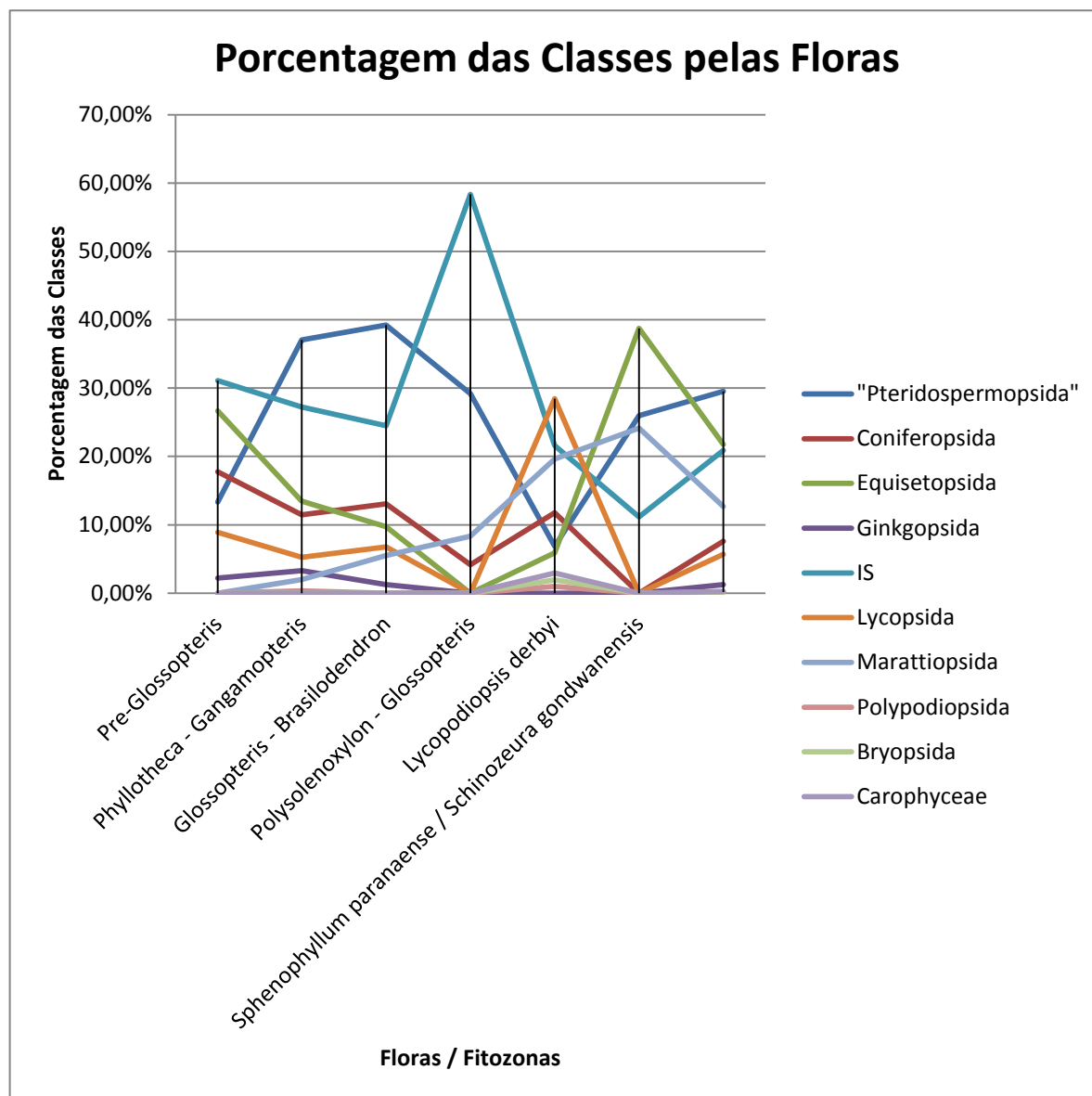
**Gráfico 5.1.b:** Distribuição de gêneros relatados na Paleoflora de *Glossopteris*. Os gêneros citados no gráfico acima são aqueles que representam mais de dez ocorrências no total de 1.208 ocorrências distintas de espécies na Bacia do Paraná

Foram ainda traçados dois gráficos: de Classes de fitofósseis por flora (Gráfico 5.1.c) e de Porcentagem de cada classe por flora (Gráfico 5.1.d). Em ambos pode ser observada uma série de eventos, como por exemplo: na Formação Irati são pouco representados os elementos florísticos característicos de ambientes lacustres, uma vez que o ambiente de deposição dessa unidade é tido como marinho raso, ocorrendo com maior frequência *taxa* correspondentes a lenhos, provavelmente carregados para a bacia por cursos de água doce que desembocavam no mar

primitivo. O mesmo padrão foi observado nos afloramentos da Flora Pré-*Glossopteris*, fato relacionado à baixa diversidade característica de ambientes periglaciais, como os sugeridos para os estágios interglaciais dessa unidade. Com relação à Fitozona *Lycopodiopsis derbyi* seu registro, apesar de continental, representa um momento de marcada aridez na bacia, onde, por limitação ecológica, poderia existir uma flora pouco diversa, ou mesmo pouca disponibilidade de locais aptos para a preservação dos restos vegetais. Com relação às demais floras (*Phyllothea-Gangamopteris*, *Glossopteris-Brasilodendron* e fitozonas *Sphenophyllum paranaense-schizoneura gondwanensis*) relacionadas a unidades litoestratigráficas com depósitos continentais, observa-se que a proporção de *taxa* presente se incrementa rapidamente, por causa dos arredores dos locais propícios à deposição e à conservação dos restos vegetais, aliada à presença de florestas amplamente distribuídas pela bacia.



**Grafico 5.1.c:** Classe de ocorrências fitofossilíferas (em numero de ocorrências) por Floras e Fitozonas



**Gráfico 5.1.d:** Classe de ocorrências fitofossilíferas (pela porcentagem em relação ao total em cada Flora e Fitozona) por Floras e Fitozonas

## 5.2 Mapas

### 5.2.1 Breve comentário sobre o método de elaboração das divisões bioestratigráficas

Preparou-se uma série de mapas anexos, que permitem visualizar a distribuição dos registros paleobotânicos da Bacia do Paraná aqui reunidos. Seguem considerações mais detalhadas acerca dos mapas gerados.

O mapa geológico usado como base para todos os demais foi fornecido pela CPRM, em escala 1:1.000.000. O mapa anexo inclui o modelo digital de elevação (SRTM). As cores definidas para as formações seguiram o esquema recomendado pela *International Commission on Stratigraphy* (ICG), ratificado pela *International Union of Geological Sciences* (IUGS) (Ogg *et al.* 2008). As idades de cada formação foram definidas pela *Geological Time Scale* de 2004, modelo seguido pelas cartas estratigráficas das bacias brasileiras (no caso, Bacia do Paraná), em trabalho de Milani *et al.* (2007). A carta estratigráfica de Milani *et al.* (2007) para a Bacia do Paraná não corresponde exatamente ao mapeamento feito pela CPRM, e assim realizaram-se adaptações. Por exemplo, no trabalho de Milani *et al.* (2007) (figura 4.3.b), o Grupo Itararé encontra-se dividido nas formações Aquidauana, Lagoa Azul, Campo Mourão e Taciba. A CPRM mapeia Grupo Itararé (que consideramos indiviso), formações Aquidauana, Formação Itu e Formação Taciba. Tentou-se a melhor adaptação possível.

Em relação às Floras e Fitozonas, as divisões se fizeram conforme as formações nas quais se encontravam com alguns problemas, citados a seguir.

No caso da paleoflora *Pré-Glossópteris* dois critérios foram obedecidos:

1. Conforme a Figura 5.2.2.a: os afloramentos da base do Grupo Itararé, que não apresentam deposição concomitante com a Formação Rio Bonito (onde as formações se encontram interdigitadas) foram identificados como pertencentes a Paleoflora *Pré-Glossópteris*; já porção de topo, corresponde a flora *Phyllothea* – *Gangamópteris*.

2. Ausência ou presença do gênero *Glossópteris*. Se contiver o gênero, foi incluído como Flora *Phyllothea* – *Gangamópteris*, pelo motivo óbvio que a Paleoflora *Pré-Glossópteris* não contem o gênero *Glossópteris*.

Para distinguir a Flora *Phyllothea* – *Gangamópteris* da Flora *Glossopteris* – *Brasilodendron*, que ocorrem na Formação Rio Bonito, considerou-se a ausência ou a presença dos gêneros acima citados. Tal distinção foi relativamente aleatória, de sorte que ambas as floras podem ser discutidas em conjunto, dado que apresentam um momento climático semelhante.

A Fitozona *Sphenophyllum paranaense* e a Fitozona *Schinozeura gondwanensis* são encontradas somente na Formação Rio do Rasto, aflorante nos estados de Santa Catarina e Paraná. Em muitos casos é difícil situar em qual fitozona o afloramento se encontra, uma vez que estas são divididas conforme o membro da Formação Rio do Rasto: *Sphenophyllum paranaense* encontra-se relacionado ao Membro Serrinha, e *Schinozeura gondwanensis* ao Membro Morro Pelado. Nem sempre o autor cita (Rohn, 1988 e Rohn, 1994) em qual membro o fóssil se encontra, e nem sempre se pode extrapolar se na localidade ocorre determinado membro. Assim, criou-se uma Fitozona para os afloramentos indeterminados, a Fitozona *Sphenophyllum paranaense/Schinozeura gondwanensis*.

As outras floras e fitozonas foram divididas a partir das formações, conforme a Figura 4.3.d.



### 5.2.2 Mapas

#### MAPA I: MAPA DE DISTRIBUIÇÃO TOTAL DOS AFLORAMENTOS CONTENDO FITOFÓSSEIS (Anexo IV)

Os afloramentos possuem uma distribuição relativamente homogênea ao longo das porções eocarboníferas e permianas da borda leste da Bacia do Paraná. Desta forma, não existem grandes áreas onde não foram encontrados fósseis, o que facilita o trabalho proposto, já que uma análise paleoflorística pressupõe o correlacionamento entre os pontos, e a pouca distância entre eles poderia representar uma dificuldade. Uma vez que o trabalho aqui relatado trata de um levantamento bibliográfico, as ocorrências estão baseadas em locais onde a pesquisa ocorreu de maneira mais intensa. Há um adensamento de afloramentos com fitofósseis na porção norte da faixa da bacia estudada, que poderia estar relacionado à tradição paleontológica do estado de São Paulo, pois aqui os estudos paleobotânicos começaram a se desenvolver antes dos estados do sul — e há quatro institutos (Instituto Geológico, IG/USP, IG/UNESP e IG/UNICAMP) que realizam pesquisas paleontológicas. Dessa forma as datas dos trabalhos se concentram, principalmente, no intervalo que vai dos anos 40 aos anos 70 do século passado. Os fósseis no estado referem-se tanto à Paleoflora Pré-*Glossopteris* quanto à Paleoflora de *Glossopteris* da Província Paleoflorística do Gondwana.

A porção mediana da borda leste da Bacia (que corresponde aos estados de Santa Catarina e Paraná) apresenta principalmente ocorrências da Paleoflora de *Glossopteris*, não havendo ocorrências da Paleoflora Pré-*Glossopteris*. As ocorrências concentram-se nas formações Rio Bonito (em minas de carvão) e Rio do Rasto (na maior parte dos casos em afloramentos de beira de estrada).

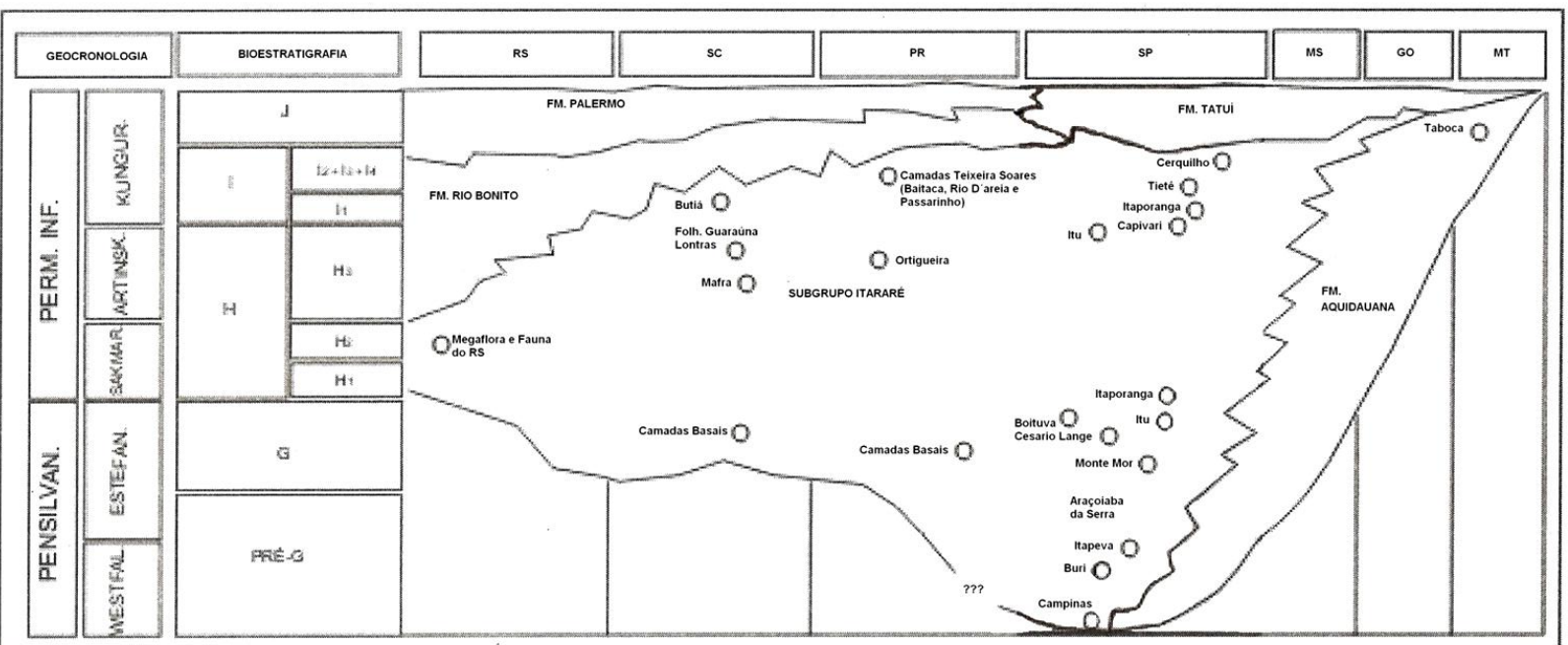
A porção Sul apresenta ocorrências mais esparsas, com a porção mais recente do Grupo Itararé aflorante (Flora de *Phyllothea* – *Gangamopteris*); já não se trata mais da flora Pré-*Glossopteris*. Desta maneira, podemos afirmar que a porção mais antiga do Grupo Itararé encontra-se no Estado de São Paulo, onde não se observa a ocorrência de *Glossopteris*.

## MAPA II: DISTRIBUIÇÃO DOS AFLORAMENTOS POR PALEOFLORAS E FITOZONAS DA BACIA DO PARANÁ

### Paleoflora Pré-*Glossopteris*

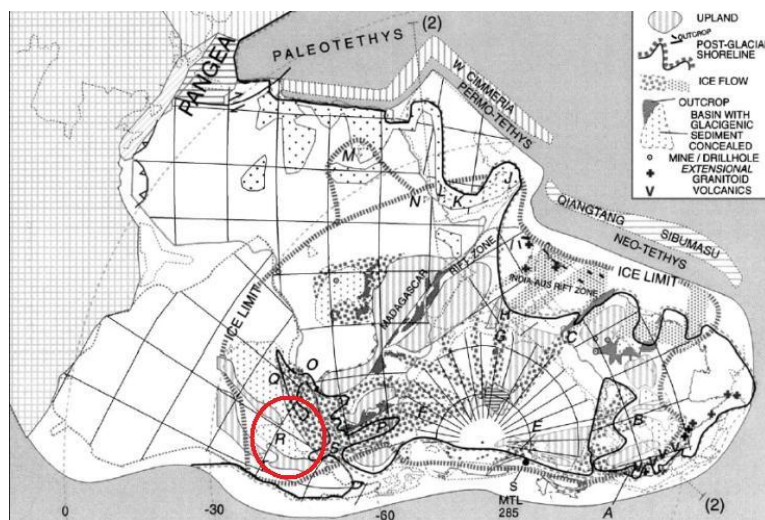
O Grupo Itararé apresenta grande variedade de litofácies, sendo que nele se observam diferentes ambientes, desde marinhos até transicionais e continentais. Tais litologias estão relacionadas em parte à glaciação gondwânica do permocarbonífero registrada na Bacia do Paraná. Os tipos de rocha mais abundantes são arenitos, diamictitos, conglomerados e pelitos. Ainda são encontrados depósitos de ritmitos, siltitos e níveis carbonosos (Di Pasquo, 2003).

Ao analisar a distribuição total de ocorrências de espécies presentes na Bacia do Paraná, a primeira observação pertinente para o Grupo Itararé, unidade litoestratigráfica onde se encontram preservadas as assembléias incluídas nessa paleoflora, é que estas se limitam aos extremos ao norte (São Paulo) e ao sul (Rio Grande do Sul) da porção leste da bacia, não havendo pontos na área central do mapa (estados de Santa Catarina e Paraná) que correspondam à porção mais funda da bacia. Não se pode porém considerar todas as ocorrências do Grupo Itararé como pertencentes ao mesmo estágio em termos paleoflorísticos (no sentido regional, e não somente local). Existe uma série de estudos sobre tais floras, mas podemos citar, em primeiro lugar, o estudo de Petri e Souza (1993). Como se pode observar na figura 5.2.2.a, os registros da Paleoflora Pré-*Glossopteris* (Monte Mor, Cerquilha, etc. em São Paulo) não ocorreram concomitantemente. Devem provavelmente concernir a diferentes fases intraglaciais.



**Figura 5.2.2.a:** Coluna estratigráfica e posicionamento dos principais afloramentos do Grupo Itararé e Guatã (Modificado do trabalho já modificado de Petri e Souza (1993), com base em Bernardes de Oliveira *et al.* (2005) e Mune e Bernardes de Oliveira (2007))

Devido a tal litologia, o Grupo ainda é muito discutido. De maneira geral podemos separar, numa primeira análise, duas floras, que Rösler (1978) divide em intervalo A para a porção basal e em intervalo A/B para o topo (que correspondem aos intervalos da Paleoflora Pré-*Glossopteris* e da Flora *Phyllothea-Gangamopteris*, descritas por Azcuy *et al.*, 2007). O último intervalo também ocorre na base da Formação Rio Bonito, e já apresenta espécimes de *Glossopteris*. Essa análise confere com a do estudo de Iannuzzi e Souza (2005), que apresenta as porções basais do Grupo Itararé como Paleoflora Pré-*Glossopteris*, termo utilizado por muitos para designar as assembléias de fitofósseis encontradas nessas porções basais — e as porções superiores como Flora *Phyllothea -Gangamopteris*. No mapa, as duas floras foram divididas com base nas ocorrências de *Glossopteris*, que estaria representando a flora *Phyllothea-Gangamopteris*. Outro critério utilizado para divisão foi a geologia e a proximidade dos afloramentos.



Poderíamos listar inúmeros fatores para que a fossilização não tivesse ocorrido, o que torna complicada a análise de qualquer tipo de hiato. Contudo é possível afirmar apenas que a região do estado de São Paulo no Westphaliano (Carbonífero), mesmo que tenha sido por curto espaço de tempo, não se encontrava numa zona glacial, permitindo assim o desenvolvimento de espécies vegetais, deposição e processo posterior de fossilização. A maior distribuição espacial (macrofitófósseis, tanto no estado de São Paulo quanto no do Rio Grande do Sul) na segunda fase (já no Permiano do Grupo/ topo do Grupo Itararé) pode estar relacionada com o final da glaciação e conseqüente retrocesso e derretimento das calotas.

Apesar do presente trabalho não tratar de microfósseis (Paleopalinologia), cabe observar que existem registros palinológicos para o intervalo entre as duas floras do Grupo Itararé, e existem registros para os estados de Santa Catarina e Paraná (Petri e Souza, 1993; Bernardes de Oliveira *et al.*, 2005; e Mune e Bernardes de Oliveira, 2007). Desta maneira podemos concluir que, mesmo sem registro fitofossilífero, é de se supor que houve presença de vegetação nas localidades próximas da borda da bacia durante todo intervalo de deposição do Grupo Itararé. E outra interessante conclusão é que a Paleoflora Pré-*Glossopteris* foi mais diversificada (apresentava maior numero de gêneros, por volta de 30 gêneros) do que poderíamos esperar de um ciclo glacial/ interglacial — se comparada com a flora da Formação Rio do Rasto que, apesar dos muitos registros, demonstra pouca diversidade de gêneros.

#### Paleoflora de *Glossopteris*

A Paleoflora de *Glossopteris* mostra-se aflorante em toda borda leste da Bacia. É formada pelas floras de *Phyllothea-Gangamopteris*, *Glossopteris-Brasilodendron* e *Polysolenoxylon-Glossopteris*, e pelas fitozonas *Lycopodiopsis derbyi*, *Sphenophyllum paranaense* e *Schinozaura gondwanensis*.

A Flora *Phyllothea – Gangamopteris* (topo do Grupo Itararé e base da Formação Rio Bonito) e a Flora *Glossopteris-Brasilodendron* (Formação Rio Bonito) representam o início e o ápice do desenvolvimento da Paleoflora de *Glossópteris* na bacia. No estado de São Paulo só se observa a ocorrência da primeira, enquanto nos outros estados pode-se observar a presença de registros de ambas. No Estado do Paraná e de Santa Catarina, os fósseis destas duas floras se encontram relacionados a minas de carvão da Formação Rio Bonito, exibindo grande variedade

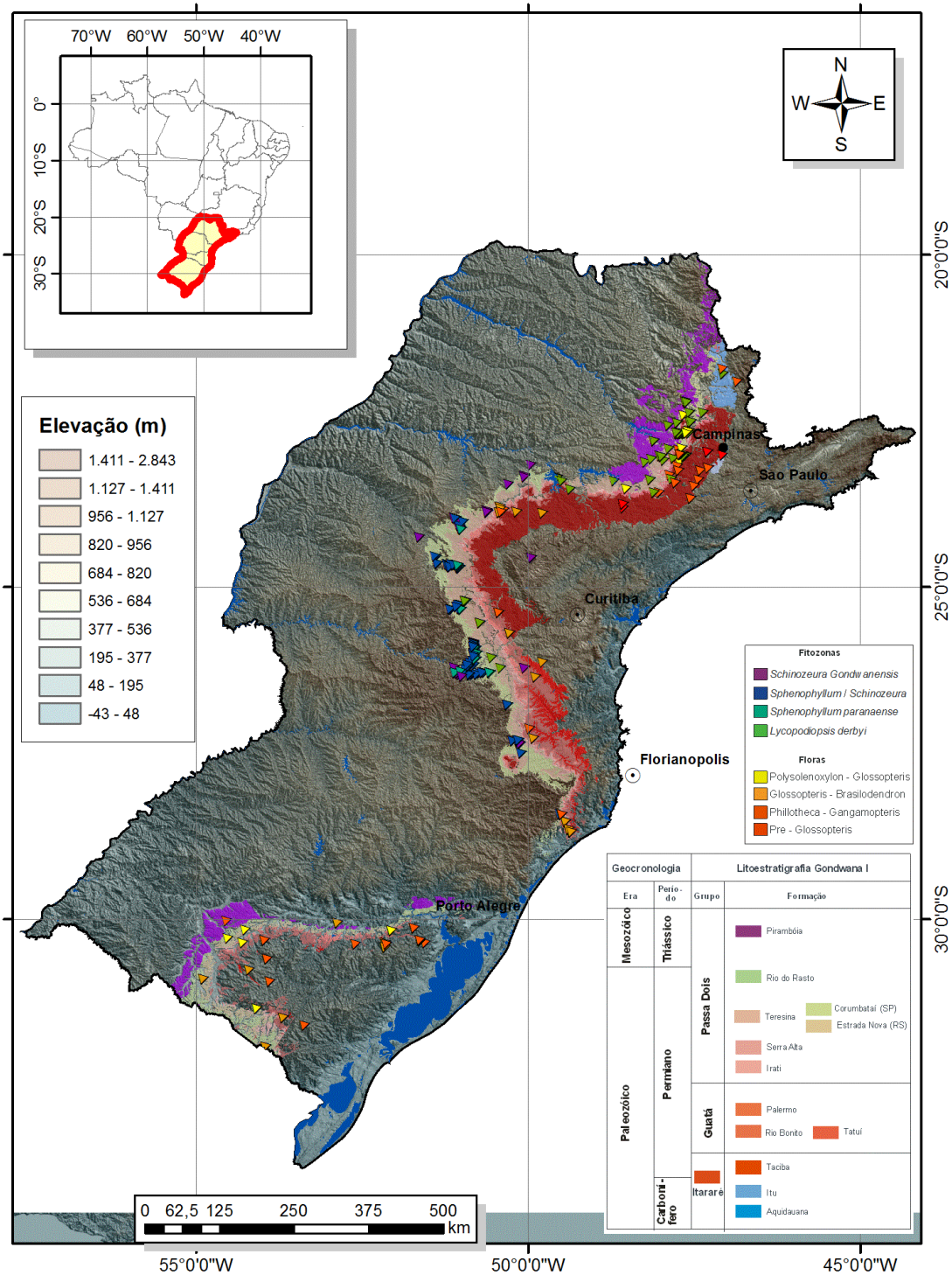
de espécies. No Rio grande do Sul os fósseis se encontram associados ao topo do Grupo Itararé e à base da Formação Rio Bonito, relacionada também a minas de carvão.

A Flora de *Polysolenoxylon–Glossopteris* não apresenta grande número de afloramentos, restrita aos estados de São Paulo e do Rio Grande do Sul, relacionada à Formação Irati. É interessante considerar que a Flora de *Polysolenoxylon–Glossopteris* exibe grande quantidade de lenhos estudados, em sua maioria alóctones que, pontualmente, não são bons indicadores paleoambientais. Entre os exemplares presentes há *taxa* como *Parataxopitys*, *Piracicaboxylon* e *Polysolenoxylon*. Ocorrências de folhas de *Glossopteris* tem sido reprotadas para os estados de São Paulo e do Rio Grande do Sul (Dohms, 1977 e Ricardi-Branco *et al.*, 1999).

A Fitozona *Lycopodiopsis derbyi* concentra-se nas porções norte e média da área pesquisada, com grande número de ocorrências de afloramentos no estado de São Paulo, correspondendo às Formações Corumbataí e Teresina, nos Estados de Santa Catarina e Paraná. Conforme revela o nome da fitozona, há grande abundância de caules *Lycopodiopsis*, além de ocorrências de *Pecópteris* e *Psaroniales* (*Psaronius* e *Tietea*).

Cabe salientar que não há grande abundância de gêneros nas fitozonas seguintes, aflorantes na formação Rio do Rasto, da mesma forma que ocorre na Flora *Polysolenoxylon – Glossopteris* e a Fitozona *Lycopodiopsis derbyi*; se comparadas com as floras mais basais, anteriormente citadas. A redução visível do número de espécimes está relacionada provavelmente ao processo de aridização que experimentou a Bacia do Paraná no intervalo de tempo aqui discutido. As formações Rio Bonito e Tatuí representam um momento ótimo para o desenvolvimento da flora, mas sua diversidade se perdeu na medida em que o processo de aridização avançou sobre a Bacia do Paraná durante o final do Permiano.

Mapa II: Mapa da distribuição dos afloramentos por Floras e Fitozonas da Bacia do Paraná



### MAPAS III, IV E V: MAPAS DE TRANSPORTE

Os mapas III e IV mostram a localização das ocorrências de fragmentos vegetais parautóctones e de médias distancia ao longo da Bacia. No caso dos mapas III (transporte A; parautóctone) e IV (transporte B; médias distâncias) não se pode fazer um raio de distância (*buffer*) - ferramenta que será detalhada a seguir - para localizar áreas de deposição, uma vez que a área circunscrita no mapa é muito pequena para ser mostrada na escala da bacia.

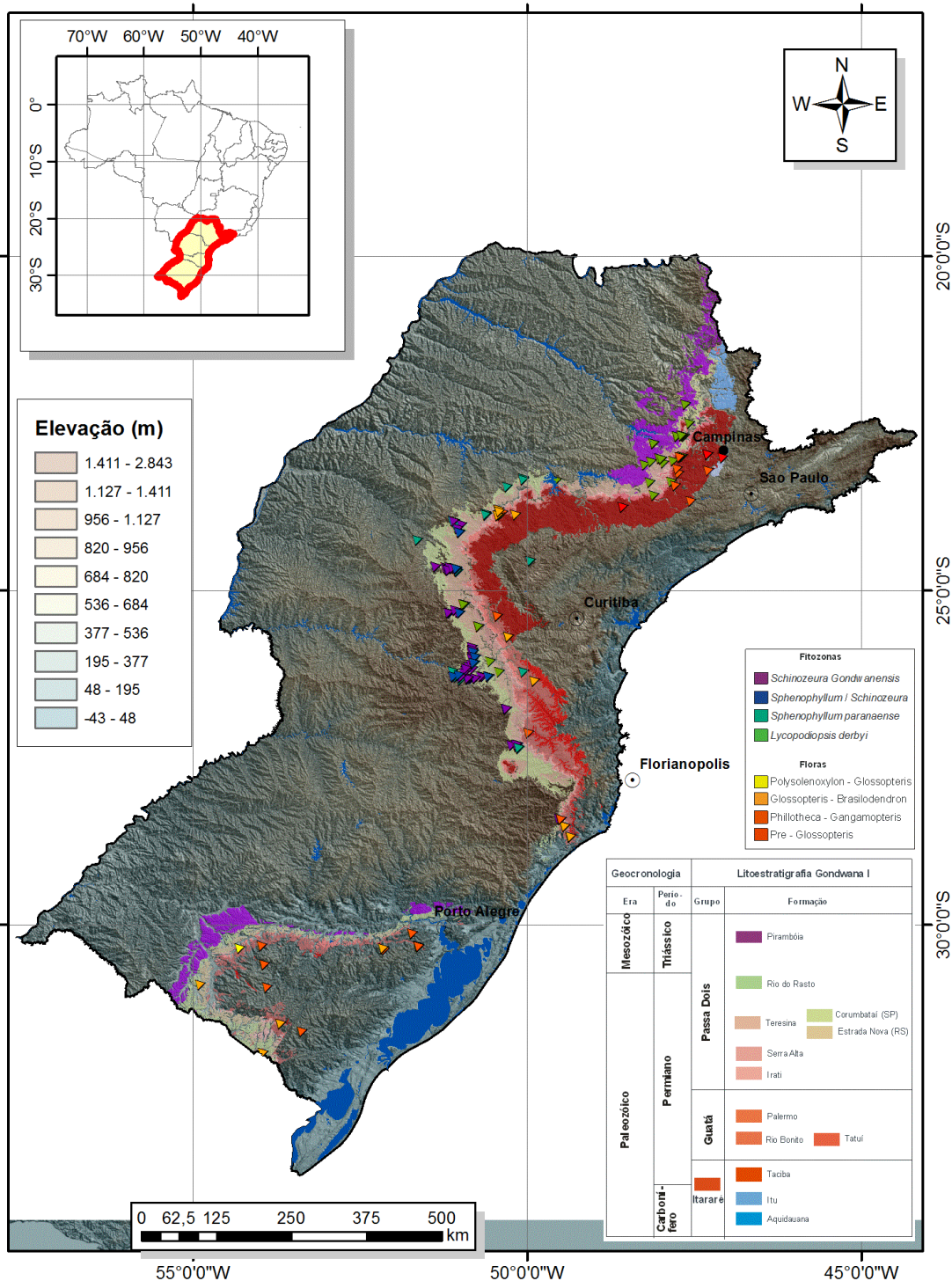
A ferramenta *buffer* no ArcGIS permite criar áreas no entorno do ponto. Neste caso, foi selecionada a distancia de 10 km para cada dado categorizado como "C" (alóctone), e o raio de ocorrência permitiu gerar circunferências que corresponderiam, hipoteticamente, à ditancia que o vegetal ou fragmento pode ter viajado até se depositar. O mapa contendo essas áreas corresponde ao mapa V.

O mapa que mais nos fornece informações é o acima referido mapa V. É interessante observar que muitas destas áreas circunscritas pelas circunferências se sobrepõem em diferentes Floras, de diferentes períodos de tempo. Ou seja, os locais de deposição em diferentes idades são os mesmos, indicando que, apesar da diminuição do nível d'água na bacia ao longo do Permiano, as zonas mais propícias para o depósito de plantas não sofreram grandes mudanças.

No estado de São Paulo, em sua região central pode-se observar uma linha vertical de áreas na direção S-N. Esta linha pode mostrar algo como uma antiga foz de um rio diante de um evento de regressão. Os fragmentos vegetais que necessitam de maior energia para seu transporte tendiam a se depositar no local. Conforme ocorreu o evento regressivo os depósitos seguiram uma direção norte, em uma distância que pode ser calculada em mais de 100 km ao longo do intervalo Neocarbonífero-Neopermiano.

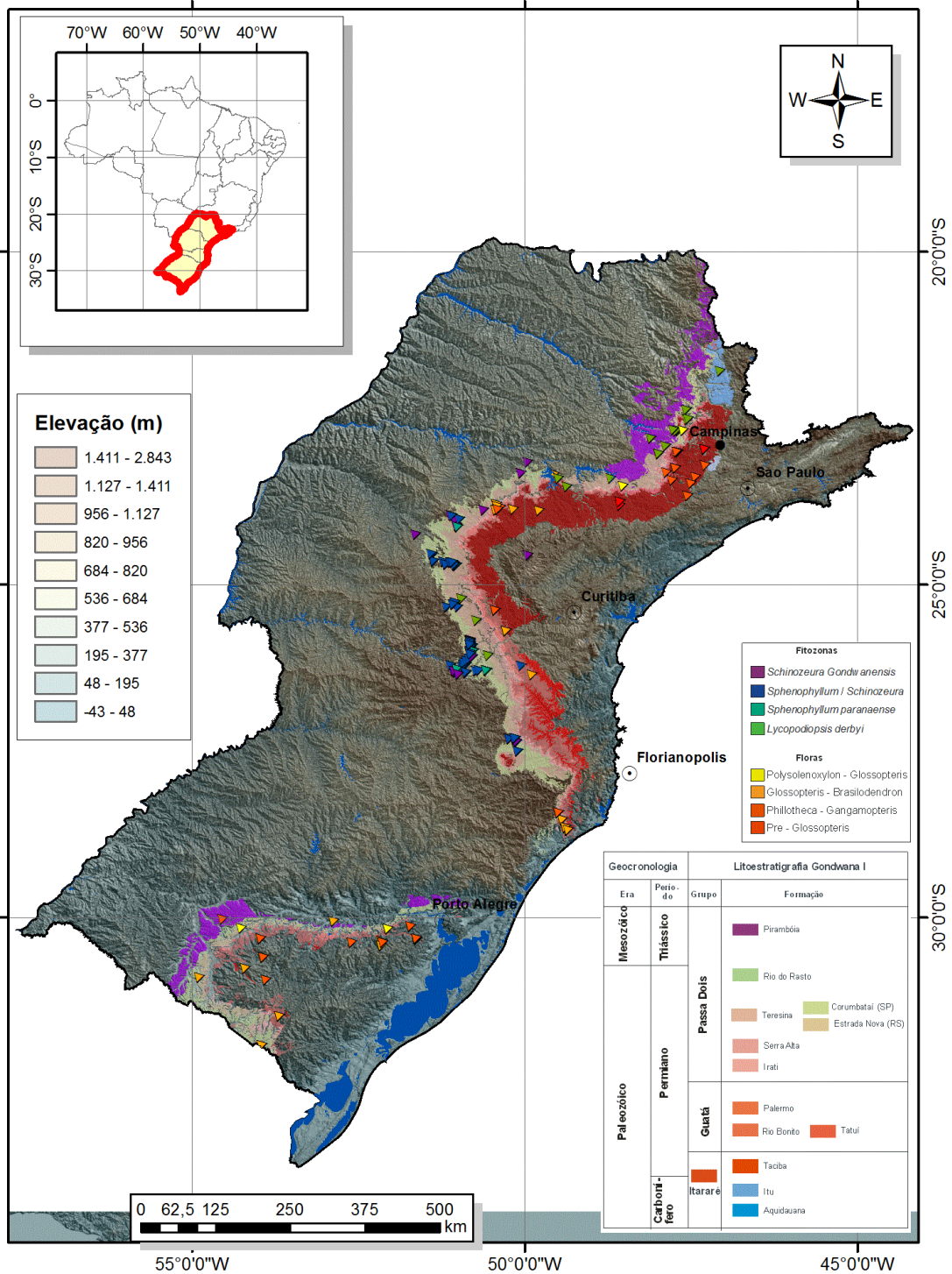


Mapa III: Transporte de ocorrências parautóctones (tipo A) nas Paleofloras e Fitozonas da Bacia do Paraná



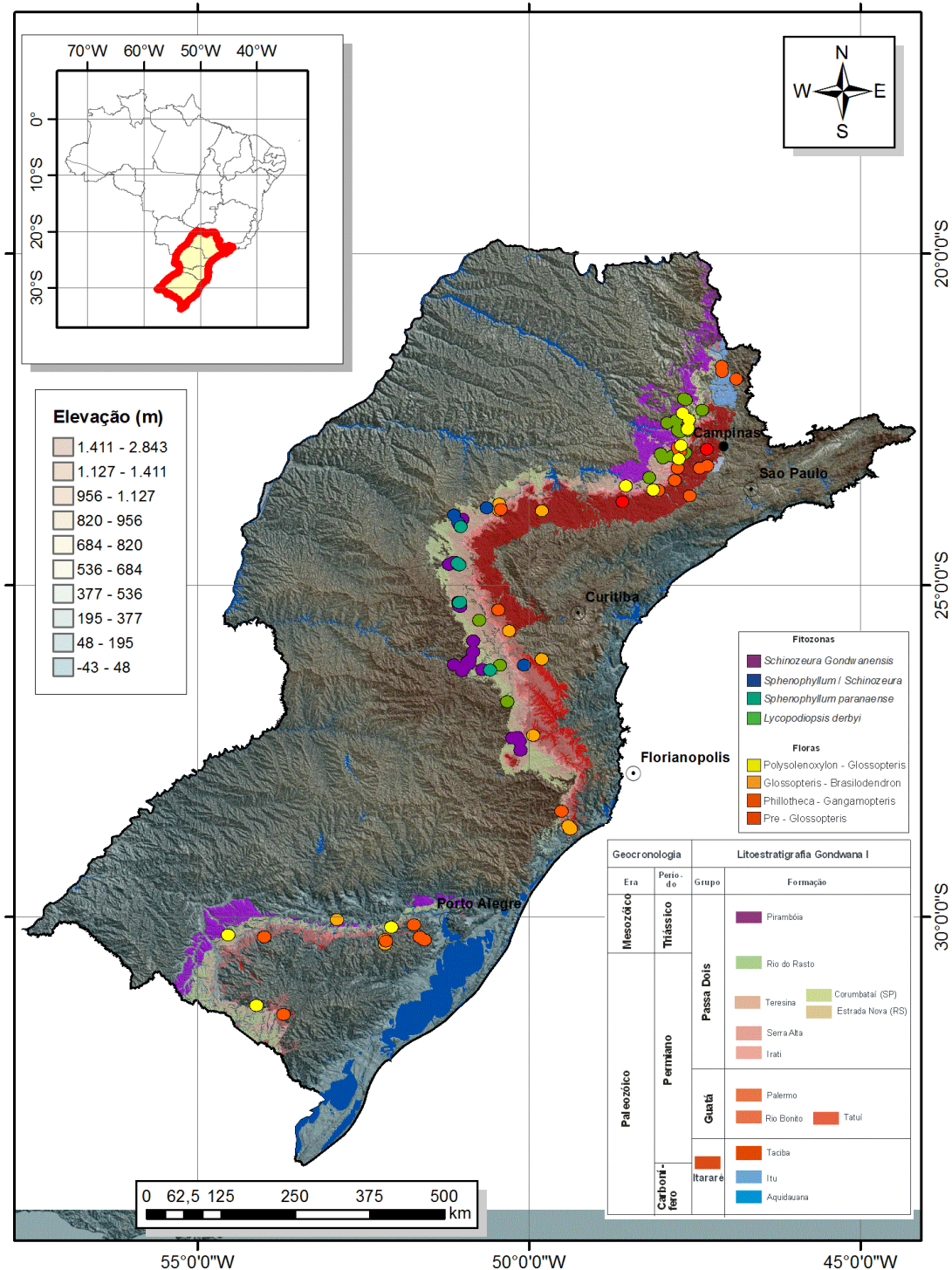
Mapa Geológico Base CPRM, Carta Geológica do Brasil escala 1:1000000. Modelo digital de elevação SRTM. Relevo sombreado a 45° e azimuth 45°

Mapa IV: Transporte intermediário das ocorrências (tipo B) nas Paleofloras e Fitozonas da Bacia do Paraná





Mapa V: Transporte de ocorrências alóctones (tipo C) nas Paleofloras e Fitozonas da Bacia do Paraná (bufer 10 km ao entorno de cada ocorrência)



MAPA VI: DISTRIBUIÇÃO DE *GLOSSOPTERIS* NO INTERVALO NEOCARBONÍFERO-PERMINAO NA BACIA DO PARANÁ POR FLORAS E FITOZONAS

O gênero *Glossopteris*, conforme o exposto, corresponde a um morfogênero de folhas. Possui ampla distribuição em todo o Permiano e grande número de espécies através da análise dos dados da Base de metadados (total de 31 espécies). Isso mostra que o *Glossopteris* foi uma planta de grande poder de adaptação, independentemente das condições climáticas que pudesse enfrentar. Sua primeira aparição ocorreu no Grupo Itararé logo após o final da glaciação, e suas últimas ocorrências são observáveis na Formação Rio do Rasto. A espécie *Ilexoidephyllum permicum* é uma glossopterídea de margem serrada, que não poderia ser relatada como *Glossopteris*, já que é característico do gênero possuir a margem lisa (segundo descrição de Brongniart). Porém, a margem serrada é característica de vegetações de climas áridos, o que poderia indicar uma tentativa de adaptação ante a grande mudança ambiental ocorrida no final do Permiano. O Gráfico 5.2.2.a mostra a distribuição dos espécimes de *Glossopteris* nas floras do megaciclo Gondwana I.

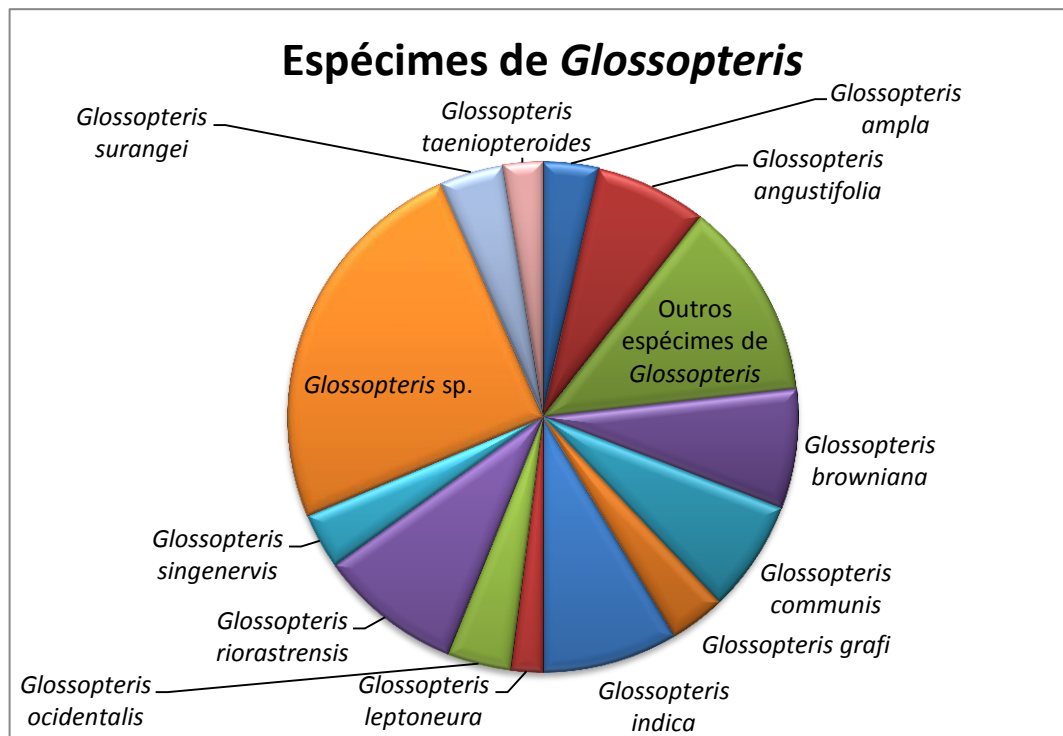
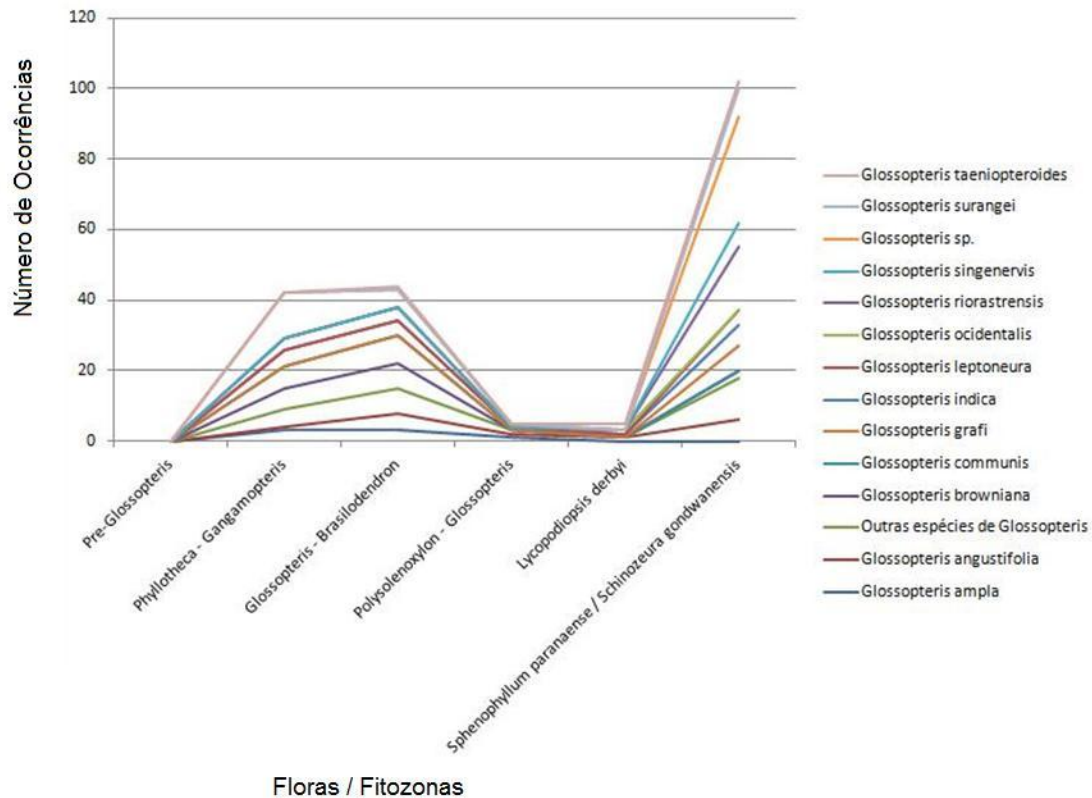


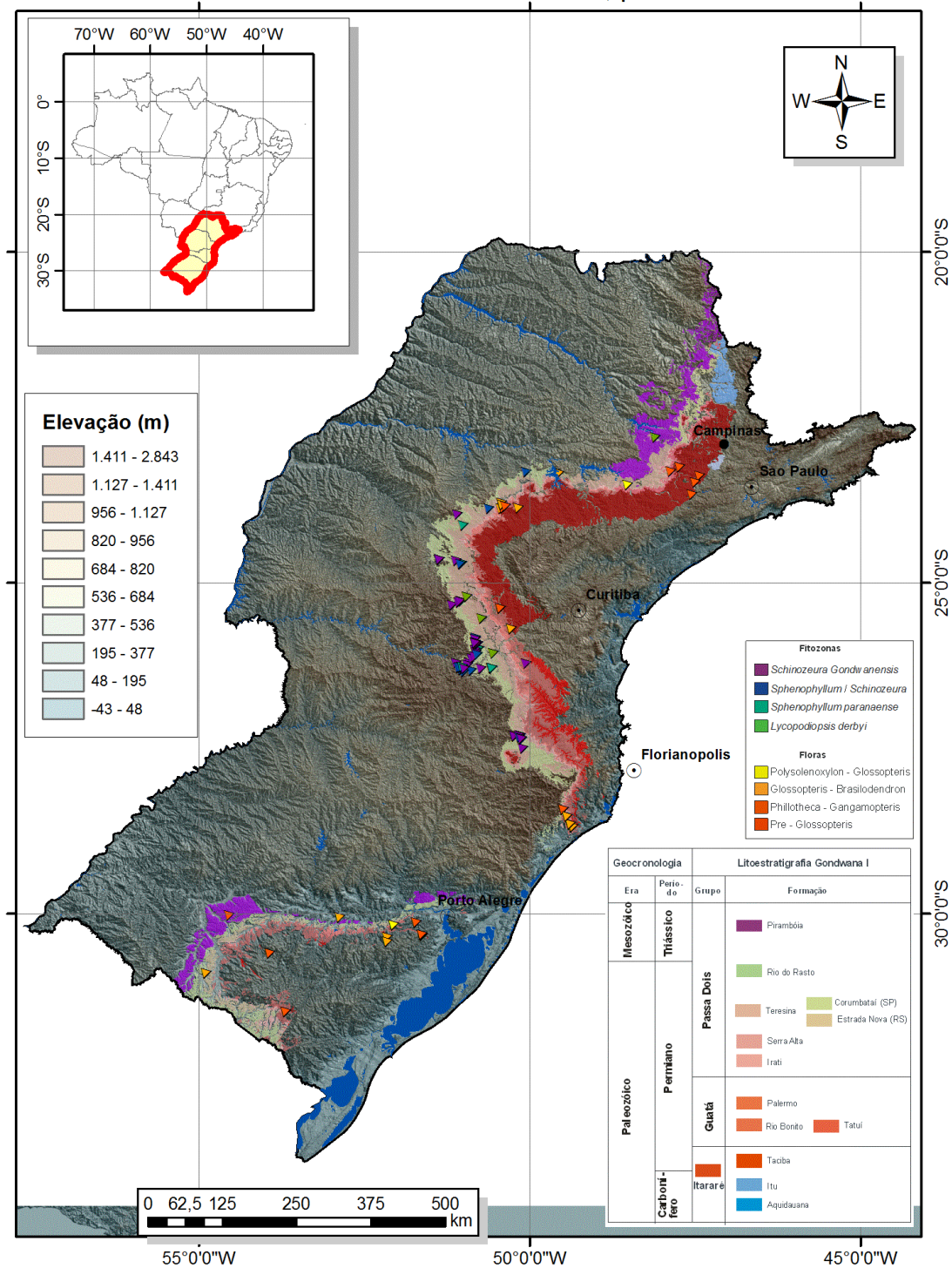
Gráfico 5.2.2.a: Espécimes totais relatadas de *Glossopteris* na Bacia do Paraná

Como se pode observar no gráfico, a maior parte dos *Glossópteris* na Bacia do Paraná não foi identificada. A bacia abriga grande variedade de *Glossópteris*, totalizando 31 espécies distintas identificadas. As espécies mais comuns são *G. communis*, *G. grafi*, *G. Indica* e *G. riorastrensis*. O Gráfico 5.2.2.b mostra a mesma variação das espécies acima citadas ao longo das *floras* (o número de ocorrências de espécies em cada flora). É interessante observar que a presença do gênero segue um padrão regular através do tempo. *G. communis* (que apresenta grande frequência nas floras de *Phyllothea-Gangamopteris* e *Glossópteris-Brasilodendron*) se extingue nas Fitozonas da Formação Rio do Rasto, assim como *G. ampla* e *G. occidentalis*. As espécies que são restritas à Formação Rio do Rasto são: *G. riorastrensis*, *G. leptoneura*, *G. grafi*, *G. surangei* e *G. singinervis*. Observa-se assim que, após a queda do número de gêneros na Flora *Polysolenoxylon – Glossópteris*, há um grande incremento no número de espécies nas fitozonas da Formação Rio do Rasto. O período final da paleoflora de *Glossópteris* representou um momento ótimo para seu desenvolvimento, vindo porém a se extinguir logo em seguida.



**Gráfico 5.2.2.b:** Variação das ocorrências das espécies de *Glossopteris* nas floras e fitozonas. O eixo y representa o número de ocorrências. *Glossopteris sp.* representa aquelas cujo espécime não foi definido pelo autor. Em “Outras Espécies de *Glossopteris*” temos aquelas que não foram incluídas no gráfico, a fim de não poluí-lo com excesso de informações. Dentre elas, acham-se incluídos: *G. stricta*, *G. brasiliensis*, *G. conspicua*, *G. damudica*, *G. decipiens*, *G. dorizonensis*, *G. farturensis*, *G. formosa*, *G. longicaulis*, *G. margiondulata*, *G. musae*, *G. orbicularis*, *G. papillosa*, *G. riograndensis*, *G. seawardii*, *G. similis-intermittens*, *G. spathulato-cordata*, *G. spathulato-emarginata*.

Mapa VI: Distribuição do gênero *Glossopteris* no intervalo Neocarbonífero-Permiano na Bacia do Paraná, por Floras e Fitozonas



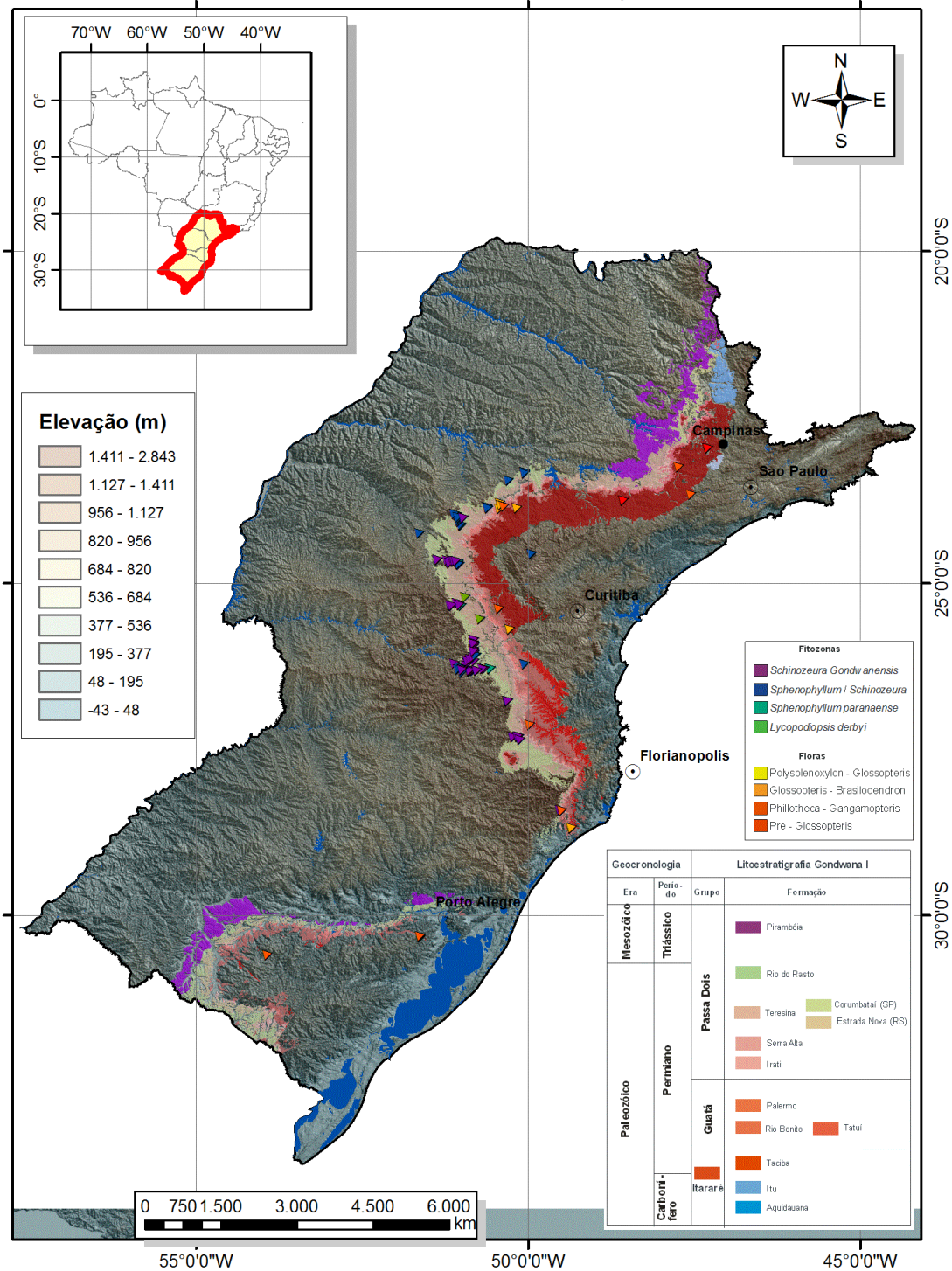


MAPA VII: DISTRIBUIÇÃO DE *PARACALAMITES* NO INTERVALO NEOCARBONÍFERO-PERMINAO NA BACIA DO PARANÁ POR FLORAS E FITOZONAS

*Paracalamites* constituem um morfogênero de caules de esfenófita, muito comum na Formação Rio do Rasto. Apesar de haver ocorrência deste morfogênero desde a Paloflora Pré-*Glossopteris*, ele se concentra nas fitozonas *Sphenophyllum paranaense* e *Schinozeura gondwanensis*. Foram relatadas somente as espécies *P. australis*, *P. levis* e *P. montemorensis*. A grande massa de ocorrências refere-se a espécimes nos quais não foi possível identificar a espécie, que apesar de relatadas, ainda não existem trabalhos específicos acerca destas.



Mapa VII: Distribuição do gênero *Paracalamites* no intervalo Neocarbonífero-Permiano na Bacia do Paraná, por Floras e Fitozonas

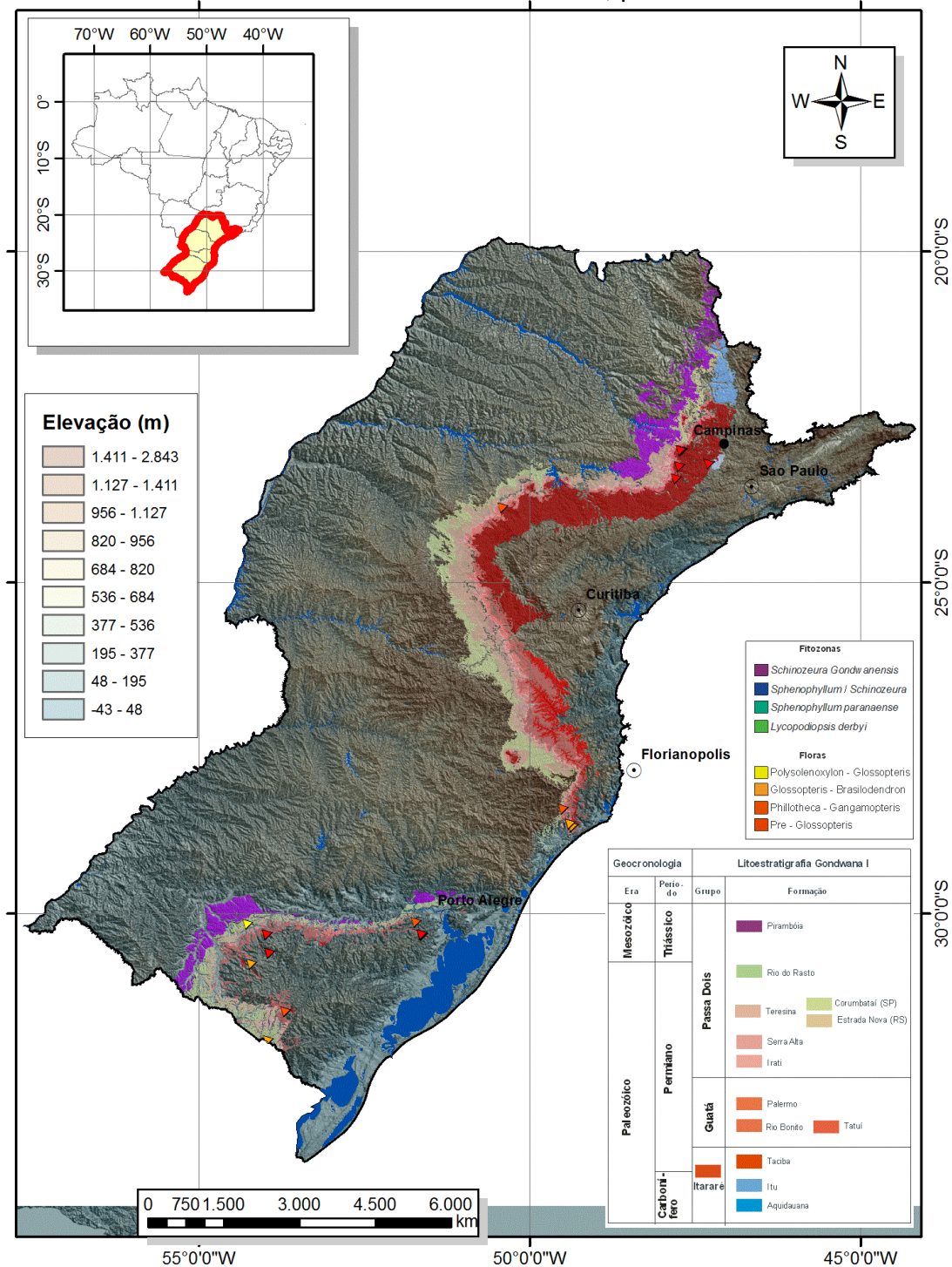


Mapa Geológico Base CPRM, Carta Geológica do Brasil escala 1:1000000. Modelo digital de elevação SRTM. Relevo sombreado a 45° e azimuth 45°

MAPA VIII: DISTRIBUIÇÃO DE *GANGAMÓPTERIS* NO INTERVALO NEOCARBONÍFERO-PERMINAO NA BACIA DO PARANÁ POR FLORAS E FITOZONAS

As ocorrências de *Gangamópteris* se concentram em afloramentos ao norte e ao sul da bacia (estado de São Paulo e Rio Grande do Sul), com algumas ocorrências em Santa Catarina. Ela se limita da Flora Pré-*Glossopteris* até a Flora *Polysolenoxylon-Glossopteris*; não havendo ocorrência em Formações posteriores à Formação Irati. As ocorrências mais antigas concentram-se em São Paulo. O Estado do Rio Grande do Sul apresenta ocorrências desde a Flora Pré-*Glossopteris* até a *Polysolenoxylon-Glossopteris*, abarcando assim todo o período em que o gênero esteve presente na bacia. Já a porção sul do Estado de Santa Catarina apresenta algumas ocorrências, todas das últimas floras onde se encontram *Gangamópteris*.

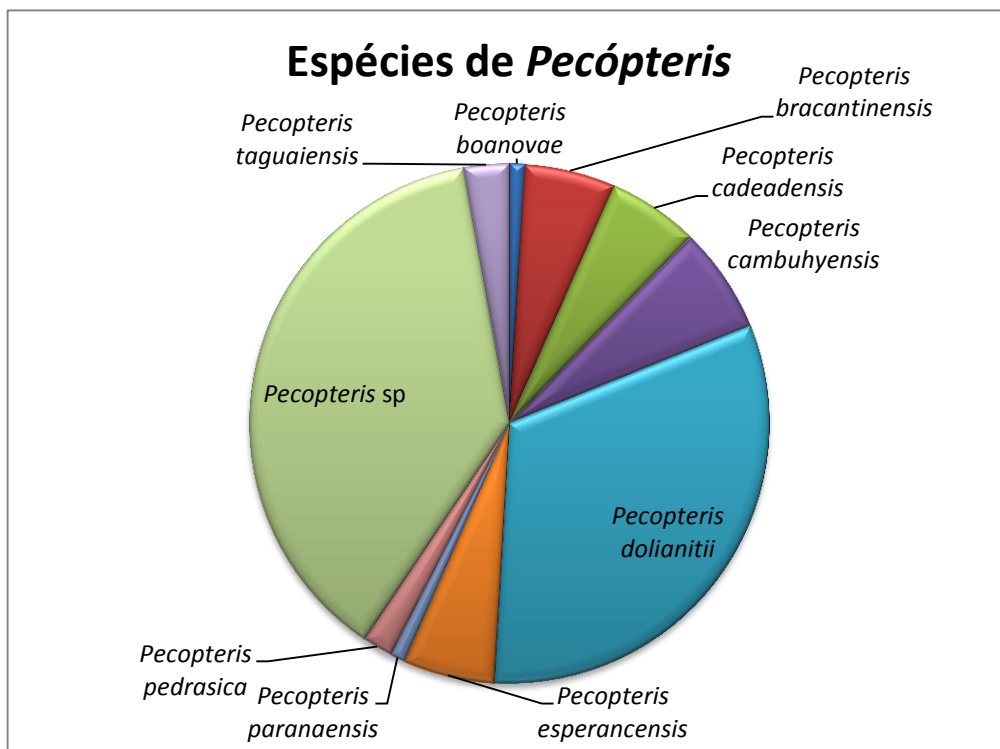
Mapa VIII: Distribuição do gênero *Gangamopteris* no intervalo Neocarbonífero-Permiano na Bacia do Paraná, por Floras e Fitozonas



Mapa Geológico Base CPRM, Carta Geológica do Brasil escala 1:1000000. Modelo digital de elevação SRTM. Relevo sombreado a 45° e azimuth 45°

MAPA IX: DISTRIBUIÇÃO DE *PECOPTERIS* NO INTERVALO NEOCARBONÍFERO-PERMINAÇÃO NA BACIA DO PARANÁ POR FLORAS E FITOZONAS

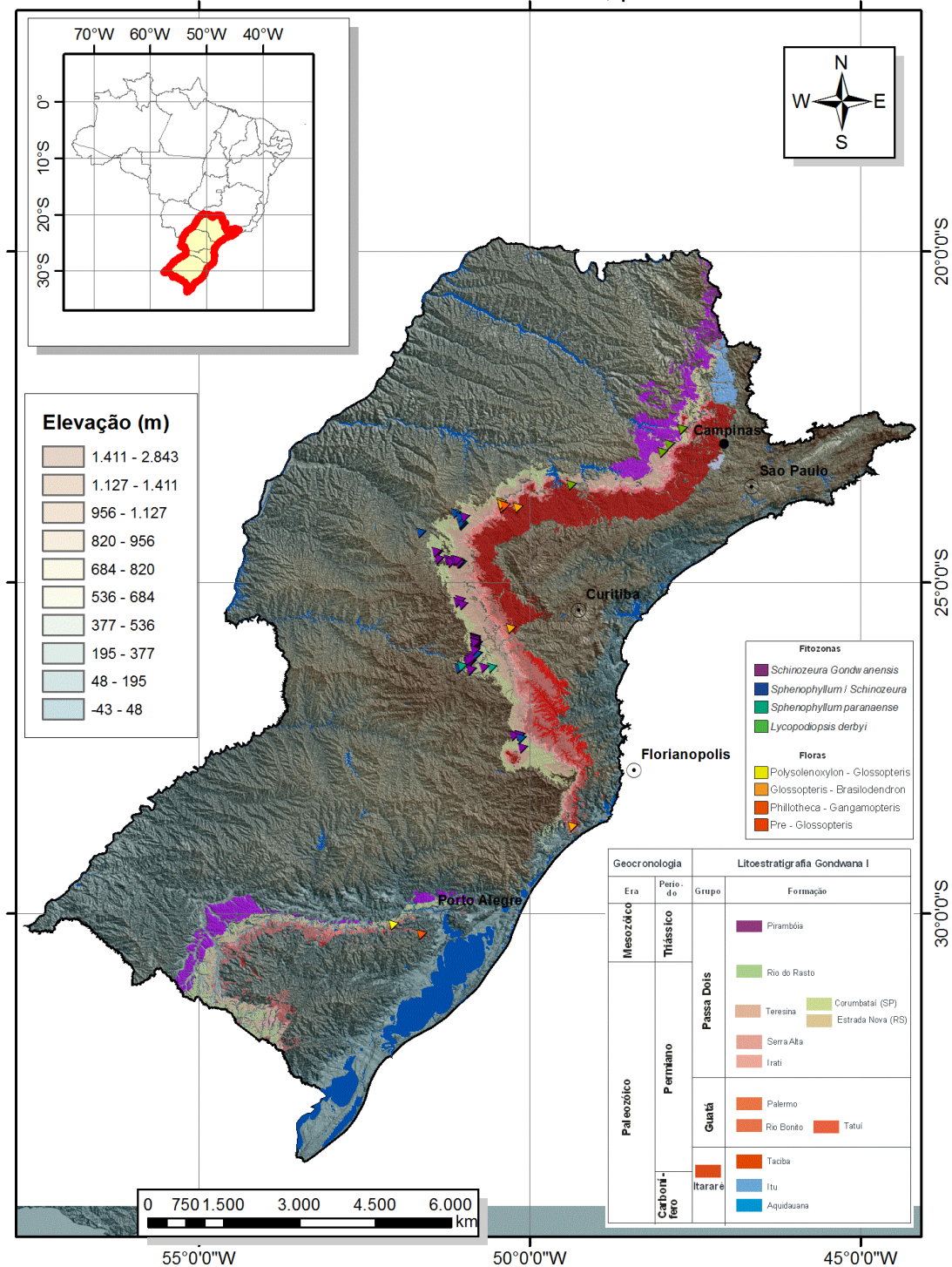
*Pecopteris* é um morfogênero de pínulas de monilófitas. Na Bacia do Paraná foram localizadas somente nove espécies, a saber: *P. taguaiensis*, *P. boanovae*, *P. brasantinensis*, *P. cadeadensis*, *P. dolianitii*, *P. cambuhyensis*, *P. esperancensis*, *P. paranaensis* e *P. pedrasica*, além de grande número de ocorrências em que não foi possível a identificação das espécies (Gráfico 5.2.2.c). A espécie *P. dolianitii* apresenta grande número de ocorrências, sendo identificada somente na Fitozona *Schinozeura gondwanensis*. No mais, é possível afirmar que as outras pecopterídeas identificadas ocorrem em todas as floras e fitozonas citadas no presente trabalho, com exceção da paleoflora Pré-*Glossopteris*.



**Gráfico 5.2.2.c:** Espécimes totais relatados de *Pecopteris* na Bacia do Paraná



Mapa IX: Distribuição do gênero Pecopteris no intervalo Neocarbonífero-Permiano na Bacia do Paraná, por Floras e Fitozonas



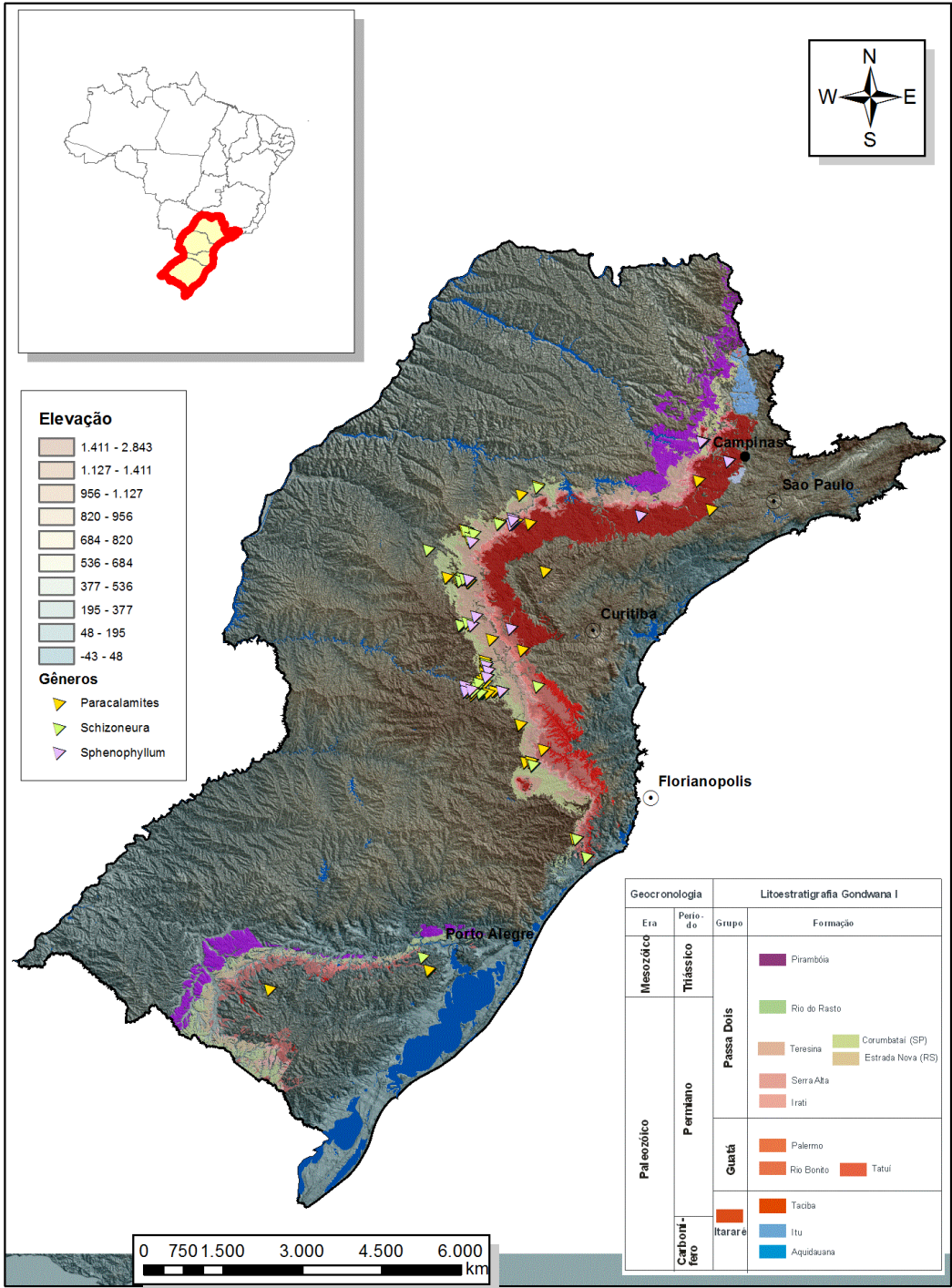
#### MAPA X: MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DE *SPHENOPHYLLUM*, *PARACALAMITES* E *SCHIZONEURA*

Os gêneros *Sphenophyllum*, *Paracalamites* e *Schizoneura* são parautóctones e denotam a presença de ambientes úmidos. O mapa mostra a distribuição destes gêneros, porém sem considerar as diferentes floras, uma vez que não seria possível incluir as múltiplas informações em um mesmo mapa.

A porção central da área estudada (que corresponderia aos estados de Santa Catarina e Paraná) possui grande concentração destes fitofósseis. Isso indica que ao longo de todo o desenvolvimento da bacia, a porção central apresentou ambientes úmidos e pantanosos. Pode-se ainda considerar que essa área representava uma porção baixa da bacia, de águas relativamente estagnadas. Esta situação permitiu o depósito e o soterramento de folhas e caules que, devido às suas frágeis estruturas, não suportariam o transporte por longas distâncias. A *Schizoneura*, por exemplo, é um morfogênero onde caule e folha ainda se encontram articulados.

É interessante observar ainda que o registro destes gêneros se concentra principalmente no final do Megaciclo Gondwana I. Apesar do processo de aridização, a Formação Rio do Rasto ainda apresenta uma série de registros (grande abundância de fósseis de esfenófitas) indicadores da presença de ambientes úmidos. No entanto, essa Formação não apresenta tanta variedade de gêneros quanto a Formação Rio Bonito, conforme foi observado na Base de metadados.

Mapa X: Distribuição de gêneros característicos de pântanos na Bacia do Paraná



Mapa Geológico Base CPRM, Carta Geológica do Brasil escala 1:1000000. Modelo digital de elevação SRTM. Relevo sombreado a 45° e azimuth 45°





## 6. Conclusões

- Neste trabalho foi construída uma base de dados contendo 1208 amostras, que se referem à ocorrência de uma determinada espécie em um determinado local. Ao todo, foram contabilizados 281 afloramentos em 158 referências.
- A construção da base de dados indica que o gênero com maior número de ocorrências é *Glossopteris*, seguido por *Paracalamites* e *Pecopteris*.
- A distribuição espacial dos 281 afloramentos cadastrados demonstra que estes se encontram amplamente distribuídos ao longo da área de deposição estudada (Megaciclo Gondwana I). Porém, os afloramentos não se dispõem uniformemente nas Floras e Fitozonas usadas aqui para discriminar os diferentes períodos de tempo.
- Como era de se esperar, a pesquisa mais intensa (um fator não biológico, e sim cultural humano) em algumas áreas afeta a quantidade de fósseis coletados e afloramentos descritos. Existem áreas com grande densidade de ocorrências. Apesar do contraste entre algumas regiões não existem grandes espaços vazios no mapa, somente áreas menos pesquisadas.
- A divisão por Floras e Fitozonas mostrou-se eficiente para o trabalho, apesar dessa divisão ser, até certo ponto, problemática e ter acarretado algumas dificuldades para o presente estudo. Dentro de cada uma destas pode-se observar um certo padrão. Tal padrão só pode ser compreendido se assumir o ponto de vista de que a “Flora de *Glossopteris*” é, de fato, uma Província Florística. Apesar de se constatar o registro de alguns gêneros que persistem ao longo do tempo, verifica-se a existência de outros que perduram durante curtos intervalos de tempo, havendo assim, da Base (Grupo Itararé) até seu topo (Formação Rio do Rasto) uma substituição, além de uma diminuição brutal no número de gêneros.
- Apesar do fator humano, dada a quantidade de afloramentos, o método se mostrou válido. O banco de dados é útil para além da criação dos mapas; entre outras coisas, ele pode servir de base para que outros pesquisadores consultem os locais e as referências existentes para o estudo de determinado fóssil.
- A ferramenta de Georreferenciamento mostrou-se de grande utilidade na presente investigação. Porém, nem tudo foi testado. A cada porta que se abriu, novas possibilidades

foram vislumbradas. Portanto, ao final deste estudo são colocadas sugestões para trabalhos futuros.

## **7. Sugestões para etapas futuras**

A grande quantidade de dados obtidos não permitiu explorar ao máximo a base de metadados e a ferramenta ArcGIS, uma vez que, dispondo da base, as possibilidades são infinitas. Assim, sugere-se para uma nova etapa dar continuidade ao trabalho aqui proposto, uma vez que as fases que se mostraram mais complicadas demandaram muito tempo: planejamento da metodologia, elaboração e organização do base de dados, e estas já foram realizadas. Agora pode-se seguir muito além. Dados que não foram cruzados neste trabalho e que constam da Base de metadados podem fornecer novas informações em relação à adaptação das plantas e possíveis migrações.

Além de explorar mais a Base de metadados, cujos gráficos mostraram resultados nunca observados para a bacia, sugere-se integrar a outras ferramentas que poderiam ultrapassar os dados estritamente botânicos. Seriam elas: a Geoestatística, criando nuvens de probabilidade onde poderiam existir fósseis, e o uso de mapeamento por imageamento de satélite, cruzando com os dados onde existem ocorrências fossilíferas. Este segundo dado poderia indicar quais litologias têm maior probabilidade de apresentar fósseis.



## 8. Referências Bibliográficas

Alexander, J., Fieding, C.R., and Jenkins, G., 1999, Plant-material deposition in the tropical Burdekin River, Australia: implications for ancient fluvial sediments: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **153**:105-125.

Almeida, F.F.M. 1969. Diferenciação tectônica da plataforma brasileira. In: XXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. Salvador. *Anais...* Salvador. **1**:29-46

Anderson, J.M.; Anderson, H.M.; Archangelsky, S.; Bamford, M.; Chandra, S.; Dettam, M.; Hill, R.; McLoughlin, S.; Rosler, O.. 1999. Patterns of Gondwana plant colonisation and diversification. *Journal of African Earth Sciences*. **28**(1): 45-167

Azcuy, C.; Beri, A. ; Bernardes de Oliveira, M. E. C. ; Carrizo, H. A. ; Di Pasquo, M. ; Saraiva, P. D. ; Gonzales C. ; Iannuzzi, R. ; Lemos, V. B. ; Melo, J. H. G. ; Pagani, A. ; Rohn, R. ; Amenabar, C. R. ; Sabbatini, N. e Souza, P. A.. 2007. Bioestratigrafia del Paleozoico Superior de América del Sur: Primera etapa de trabajo hacia una nueva propuesta cronoestratigráfica. *Publicaciones Especiales de la Asociación Paleontológica Argentina*, **11**:09-65.

Bernardes de Oliveira, M.E.C., Rohn. R.; Ricardi-Branco, F., Zampirolli, A. P. Mune, S.E., Amaral, P.G.C. Longhim, M.E.; Castro-Fernandes, M.C. e Lages, L. 2005, Late Carboniferous to Early Permian glacial related paleofloras from northeastern Paraná Basin, Brazil. In: GONDWANA 12, Mendoza, 2005. *Abstracts* Mendoza. Academia Nacional de Ciencias, p. 70

Bernardes de Oliveira, M.E.C.. 1977. **Tafoflora Eogondvânica da Camada Irapuá, Formação Rio Bonito (Grupo Tubarão) nos arredores de Criciúma**. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 301 p. (2 vol.)

Burnham, R.J., 1994, Patterns in tropical leaf litter and implications for angiosperm Paleobotany. *Review Palaeobotany and Palynology*, **81**:99-113.

Burriygh P. A.. 1986. **Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment**. Clarendon Press. 194 p.

Carneiro, C. de C.. 2005. **Interpretação de Dados de Sensores Remotos e Aerogeofísicos como Ferramenta na Análise Estrutural da Área Centro-Oeste do Sistema Transcorrente Carajás (PA)**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências da Unicamp. 99 pg.

Cazzulo-Klepzig, M. 1978. Estudo da taoflórlula do Membro Morro Pelado na sua localidade-tipo. *Pesquisas*, **11**:225-303

Cazzulo-Klepzig, M.; Guerra-Sommer, M. e Bossi, G. E.. 1980. Revisão Fitoestratigráfica do Grupo Itararé no Rio Grande do Sul. I. Acampamento Velho, Cambaí Grande, Budó e Morro do Papaléo. *Boletim IG - USP* **11**:31-189

Cesari, S. N.. 2006. Palynological biozones and radiometric data at the Carboniferous-Permian boundary in western Gondwana. 2007. *Gondwana Research* **11**:529-536

Derby, O. A. 1883. Terrenos carboníferos das províncias de São Paulo e Paraná. *Revista de Engenharia* **5**:228-229

Di Michele, W.A.; Gastaldo, R.A. e Pfeffrkorn, H.W.. 2005. Plant Biodiversity Partitioning in the Late Carboniferous and Early Permian and Its Implications for Ecosystem Assembly. *Proceedings of the California Academy of Sciences*. **56-I**(4):32-49.

Di Pasquo, M.; Azcuy, C.L. e Souza, P.A.. 2003. Palinología del Carbonífero Superior del Subgrupo Itararé en Itaporanga, Cuenca Paraná, Estado de São Paulo, Brasil. Parte 1: Sistemática de esporas y paleofitoplancton. *Ameghiniana*, **40**(3): 277-296.

Dohms, M. H. 1977. Revisão Crítica das Citações de Flora *Glossopteris* para o Rio Grande do Sul . *Pesquisas - Instituto de Geociencias da UFRS* **7**:145-170

Erwin, D.H.. 1993. **The Great Paleozoic Crisis: Life and Death in the Permian**. Columbia University Press, New York, 327 p.

Faria, R.S.; Ricardi-Branco, F.; Giannini, P.C.F.; Sawakuchi, A.O e Bem, L.E.V.D.. 2009. *Lycopodiopsis derbyi* Renault from the Corumbataí Formation in the state of São Paulo (Guadalupian of Paraná Basin, Southern Brazil): New data from compressed silicified stems. *Review of Palaeobotany and Palynology* **158**:180-192

Fielding, C.R. e Alexander, J. 2001. Fossil trees in ancient fluvial channel deposits: evidence of seasonal and longer-term climatic variability: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **170**:59-80.

Frey, A.. 2009. **Syllabus of Plants Families. Bryophytes and Seedless Vascular Plants**. Gebruder Borntraegen, 13ª Ed. 419 p.

Grandstein, F.M., Ogg, J.G. e Smith, A.G.. 2005. **A Geologic Time Scale 2004**. Cambridge University Press.

Greenwood, D.R., 1991, The taphonomy of plant macrofossils, in Donovan, S., ed., **The processes of fossilization**. Columbia University Press, New York, p. 141-169.

Guerra-Sommer, M. e Cazzulo-Klepzig.. 2000. Early Permian Palaeofloras from southern Brazilian Gondwana: A Palaeoclimatic Approach. *Revista Brasileira de Geociências*. **30**(3):486-490.

Holz, M. ; França, A. B. ; Souza, P. A. ; Iannuzzi, R.; Rohn, R.. 2010. A stratigraphic chart of the Late Carboniferous/Permian succession of the eastern border of the Paraná Basin, Brazil, South America. *Journal of South American Earth Sciences*, **29**:381-399.

Iannuzzi, R. e Souza, P.A.. 2005. Floral succession in the Lower Permian deposits of the Brazilian Paraná Basin: an up-to-date overview. In: Lucas, S.G., Zigler, K.E. (Eds.), *The Nonmarine Permian: New Mexico*. **New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin**, 30:144-149.

Jasche, G. B.. 1800. **Lógica de Immanuel Kant, um manual para Preleções**. Edições Tempo Brasileiro. Rio de Janeiro, 182 pg.

Jasper, A.; Guerra-Sommer, M; Cazzulo-Klepzig, M.; Menegati, R.. 2003. The Botrychiopsis genus and its biostratigraphic implications in Southern Paraná Basin. *An. Acad. Bras. Cienc.* **75**(4):25-37

Milani, E. J. 1997. **Evolução Tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental**. 2v. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Milani, E. J. 2004. Comentários Sobre a Origem e a Evolução Tectônica da Bacia do Paraná. In: Mantesso-Neto *et al.* (EDS). **Geologia do Continente Sul americano: evolução da obra de Fernando Flávio de Almeida**. 267-279

Milani, E. J., Melo, J.H.G.; Souza, P.A.; Fernandes, L.A. e França, A.B. 2007. Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da Petrobrás - Cartas Estratigráficas*. **15**(2):265-287.

Mune, S.E e Bernardes-de-Oliveira, M.E.C.. Paleoflorística e Bioestratigrafia da Taoflora de Monte Mor (SP), Subgrupo Itararé. NE da Bacia do Paraná. In: Carvalho, I.S.; Cassab, R.C.T.; Schawke, C.; Carvalho, M.A.; Fernandes, A.C.S.; Rodrigues, M.A.C.; Carvalho, M.S.S.; Arai, M. & Oliveira, M.E.Q. (Eds). **Paleontologia: Cenários de Vida**. Editora Interciência. Rio de Janeiro. p 71-82

Neweel Arber, E.A. 1905. **Catalogue of the Fossil Plants of the *Glossopteris* Flora in the Department of Geology - British Museum (natural History)** - Monograph of the Permo-carboniferous Flora of India and Southern Hemisphere. Hertford. London.

Ogg, J. G., Ogg, G., and Gradstein, F. M., 2008, **The concise geologic time scale**: Cambridge University Press, 177 p.

Petri, S. e Souza, P. A.. 1993. Síntese dos Conhecimentos e Novas Concepções sobre a Bioestratigrafia do Subgrupo Itararé, Bacia do Paraná, Brasil. *Rev. IG, São Paulo*, **14**(1):7-18

Rabus, B., Eineder M., Roth A., Bamler R. 2003. The Shuttle Radar Topography Mission – a New Class of Elevation Models Acquired by Spaceborne Radar, **Journal of Photogrammetry & Remote Sensing**, **57**:241-262.



Rees, P.M.; Ziegler, A.M.; Gibbs, M.T.; Kutzbach, J.E.; Behling, P.J. e Rowley, D.B., 2002, Permian phytogeographic patterns and climate data/model comparisons. *Journal of Geology*. **110**:1-31.

Ricardi-Branco, F, Ianniruberto, M., Silva, M.A., Branco, F. 2011. Plant debris Accumulations in the Rio Preto sub-basin, Itanhaém, SP, Brazil: insights from geotechnology. *PALAIOS*, **26**:264-125. DOI: 10.2110/palo.2010.p10-125

Ricardi-Branco, F., Branco, F.C, Garcia, R.F., Faria, F.S, Pereira, S.Y., Portugal, R, Pessenda, L.C., Pereira, P.R.B. 2009. Features of plant accumulations along the Itanhaém river, on the southern coast of the Brazilian state of São Paulo. *PALAIOS*. **24**:416-424.

Ricardi-Branco, F.. 1997. **Tafoflora Gondwanica do Membro Triunfo Formação Rio Bonito (Eopeniano), no Município de Figueira, PR**. Tese (doutorado em Geologia Sedimentar). Universidade de São Paulo, 182p.

Ricardi-Branco, F.; Bernardes de Oliveira, M. E.; Garcia, J. 1999. Novos elementos tafoflorísticos da Fm. Assistencia, Subgrupo Irati, Grupo Passa Dois, Bacia do Paraná, Provenientes de Angatuba (SP), Brasil. *Revista da UNG IV*(5) 85-95.

Rigby, J. F. 1966b. Some Lower Gondwana Articulates from New South Wales. IN: **Symposium on Floristics and Stratigraphy of the Gondwanaland**. 48-54

Rigby, J. F.. 1966a. The Lower Gondwana Floras of the Perth and Collie Basins, Western Australia. *Palaeontographica*, AbtB, **118** (4-6):123-126

Röesler, G. A., Iannuzzi, R., Boardman, D. R., Baroni, C. L.. 2008. Uma nova espécie de *Phyllothea* Brogniart (Townrow) no Permiano Inferior da Bacia do Paraná, RS. *Gaea - Journal of Geosciences*. **4**(1):14-23

Rohn, R. e Rösler, O. 1989a. Novas Ocorrências de Glossopterídeas na Formação Rio do Rastro (Bacia do Paraná, Permiano Superior). *Boletim IG - USP, Publicação especial n° 7 - Paleobotânica e Palinologia da América do Sul* 118-136

Rohn, R. e Rösler, O. 1986a. Pteridófilas pectopteróides da Formação Rio do Rasto no Estado do Paraná e da Formação Estrada Nova no Estado de São Paulo (Bacia do Paraná, Permiano Superior). *Boletim IG - USP* **17**:57-76.

Rohn, R. e Rösler, O. 1986b. *Schizoneura gondwanensis* Feistmantel da Formação Rio do Rasto (Bacia do Paraná, Permiano Superior) no estado do Paraná e no norte do Estado de Santa Catarina. *Boletim IG - USP*. **17**:1-147

Rohn, R. e Rösler, O. 1987. Relações Entre a a Flora Permiana do Gondvana e as Floras das Províncias Sententrionais. **X CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA – Resumo das comunicações**. Rio de Janeiro. 60-61

Rohn, R. e Rösler, O. 1989b. Folhas dentadas da Formação Rio do Rasto (Bacia do Paraná, Permiano Superior e seu Possível Significado Paleoclimático. *Boletim IG – USP. Publicação especial n° 7 Paleobotânica e Palinologia da América do Sul*. 127-137

Rohn, R. e Rösler, O.. 1986c. Caules de Sphenophyta, da Formação Rio do Rasto (Bacia do Paraná, Permiano Superior). *Boletim IG - USP* **17**:1-147

Rohn, R. e Rösler, O.. 2000. Middle to Upper Permian phyt stratigraphy of the Eastern Paraná Basin. *Revista da Universidade de Guarulhos* **5**:69-73.

Rohn, R.. 1994. **Evolução Ambiental da Bacia do Paraná Durante o Neopermiano no Leste de Santa Catarina e do Paraná**. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado.

Rohn, R..1988. **Bioestratigrafia e paleoambientes da Formação Rio do Rasto na borda leste da Bacia do Paraná (Permiano Superior, Estado do Paraná)**. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. Dissertação de Mestrado.

Rösler, O., 1978. The Brazilian eogondwanic floral succession. *Boletim IG-USP*. **9**:85–90

Shobbenhaus, C. e Brito Neves, B. B. 2003.. A Geologia do Brasil no Contexto da Plataforma Sul-Americana. IN: L. A. Bizzi, C. Schobbenhaus, R. M. Vidotti e J. H. Gonçalves (eds.). **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**. CPRM.

Souza, J.M. e Iannuzzi, R. 2007.. Sementes do Gênero *Samaropsis* Goeppert no Permiano Inferior da Bacia do Paraná, Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **10**(2):95-106

Souza, J.M. e Iannuzzi, R. 2009. The Genus *Cordaicarpus* Geinitz In the Lower Permian of the Paraná Basin, Rio Grande do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **12**(1):5-16.

Stranz, A.; Dapper, F.; Strieder, A.J.; Dutra, T. L.; Zerfass, H.. 2008. Banco de dados de sítios paleontológicos em ambiente SIG (Paleosig): Estudo de caso da região da Quarta Colônia (RS-Brasil). *Geomática*. Santa Maria **3**(1):123-135

Tavares, T.M.V. e Rohn, R. 2009.. First record of petrified Permian pecopterids from the Paraná Basin, Brazil (Corumbataí Formation, Passa Dois Group, northeastern State of São Paulo): Morphology, anatomy and paleoecological implications. *Journal of South American Earth Sciences* **27**: 60-73

Taylor, T.N.; Taylor, E.L.; Krigs, M.. 2009. **Paleobotany. The biology and Evolution of Fossil Plants**. Elsevier Inc. 1252 p.

Veevers, J.J.. 2004. Gondwanaland from 600-570 Ma assembly through 320 Ma merger in Pangea to 160 Ma breakup: supercontinental tectonics via stratigraphy and radiometric dating. *Earth Sciences Review*, **68**:1-132.

White, I. C.. 1908. **Relatório final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil**, Rio de Janeiro. 617 p.

Zampirolli, A.P. e Bernardes de Oliveira, M.E.. 2000. O Gênero *Paracalamites* Zalesky 1927, na taoflora de Itapeva, Carbonífero Superior do Subgrupo Itararé, Grupo Tubarão, Sudoeste do Estado de São Paulo, Brasil. *Revista do Instituto Geológico*. **21**(1):7-15

Zhang, N.; Blodgett, R.B.; Hosfra, A.H.. 2008. Great Basin Paleontological Database. *Gesphere* **4**(3):520-535

Ziegler, A. M.. 1990. Phytogeographic patterns and continental configurations during the Permian period. IN McKerrow, W. S., and Scotese, C. R., eds. *Palaeozoic Palaeogeography and Biogeography*. Geol. Soc. Lond. Mem. **12**:363-379.

**Sites (acessados a 01/12/2010)**

<http://www.paleotax.de>

<http://www.paleotax.de/rudists/intro.htm>

<http://geobank.sa.cprm.gov.br>.

<http://www.alaskafossil.org>.

[ftp://edcsgs9.cr.usgs.gov/pub/data/srtm/South\\_America](ftp://edcsgs9.cr.usgs.gov/pub/data/srtm/South_America)

## 9. Anexos

### Anexo I

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		NOME	MUNICIPIO	ESTADO	LATITUDE	LONGITUDE	DATUM	GRUPO	FORMACAO	MEMBRO
2	909	"Treviso"	Treviso	SantaCatarina	-28,515833	-49,457778	CorregoAlegre	Guata	RioBonito	
3	1116	SitioDaMina	MonteMor	SaoPaulo	-22,946675	-47,31583	CorregoAlegre	Itarare	Itarare	
4	862	"SaoJoaoDoTriunfo"	SaoJoaoDoTriunfo	Parana	-25,682778	-50,296944	CorregoAlegre	Guata	RioBonito	
5	921	AcampamentoVelho	SaoGabriel	RioGrandedoSul	-30,584	-53,95	CorregoAlegre	Itarare	Itarare	
6	967	Budo	LavrasDoSul	RioGrandedoSul	-30,916667	-53,9044189	CorregoAlegre	Itarare	Itarare	
7	969	CambaiGrande	SaoGabriel	RioGrandedoSul	-30,297222	-53,989444	CorregoAlegre	Itarare	Itarare	
9	9	"AFGP002CompaniaCarboniferaCambui"	Curiuva	Parana	-23,866667	-50,45	CorregoAlegre	Guata	RioBonito	
10	575	"CambuiRiodasPedrasFigueira"	Curiuva	Parana	-23,85194	-50,4211	CorregoAlegre	Guata	RioBonito	
11	692	"MinaAmandoSimoesFigueira"	Curiuva	Parana	-23,771	-50,445	CorregoAlegre	Guata	RioBonito	
12	858	"SaoJoaoDoTriunfo"	SaoJoaoDoTriunfo	Parana	-25,682778	-50,296944	CorregoAlegre	Guata	RioBonito	
13	859	"SaoJoaoDoTriunfo"	SaoJoaoDoTriunfo	Parana	-25,682778	-50,296944	CorregoAlegre	Guata	RioBonito	
14	368	"AfloramentoBairro20"	Criciuma	SantaCatarina	-28,67116	-49,379768	CorregoAlegre	Guata	RioBonito	Sideropolis
15	282	"AfloramentoBainha"	Criciuma	SantaCatarina	-28,666667	-49,366667	CorregoAlegre	Guata	RioBonito	Sideropolis
16	283	"AfloramentoBainha"	Criciuma	SantaCatarina	-28,666667	-49,366667	CorregoAlegre	Guata	RioBonito	Sideropolis
17	385	"AfloramentoHospital"	Criciuma	SantaCatarina	-28,670068	-49,36861	CorregoAlegre	Guata	RioBonito	Sideropolis
18	416	"AfloramentoSãoMarcos"	Criciuma	SantaCatarina	-28,62574	-49,403887	CorregoAlegre	Guata	RioBonito	Sideropolis
19	459	"ArroiosdosCachorros"	MorrinhosDoSul	RioGrandedoSul	-30,116667	-51,733333	CorregoAlegre	Guata	RioBonito	
20	587	"Candiota"	Candiota	RioGrandedoSul	-31,466666	-53,7	CorregoAlegre	Guata	RioBonito	
21	650	"LauroMuller"	LauroMuller	SantaCatarina	-28,402537	-49,507484	CorregoAlegre	Guata	RioBonito	
22	732	"PantanoGrande"	EncruzilhadaDoSul	RioGrandedoSul	-30,407407	-52,166667	CorregoAlegre	Guata	RioBonito	
23	284	"AfloramentoBainha"	Criciuma	SantaCatarina	-28,666667	-49,366667	CorregoAlegre	Guata	RioBonito	Sideropolis
24	285	"AfloramentoBainha"	Criciuma	SantaCatarina	-28,666667	-49,366667	CorregoAlegre	Guata	RioBonito	Sideropolis
25	417	"AfloramentoSãoMarcos"	Criciuma	SantaCatarina	-28,62574	-49,403887	CorregoAlegre	Guata	RioBonito	Sideropolis
26	418	"AfloramentoSãoMarcos"	Criciuma	SantaCatarina	-28,62574	-49,403887	CorregoAlegre	Guata	RioBonito	Sideropolis
27	978	CerquinhoSitioltapema	Cerquilho	SaoPaulo	-23,231	-47,757	CorregoAlegre	Itarare	Tietê	
28	286	"AfloramentoBainha"	Criciuma	SantaCatarina	-28,666667	-49,366667	CorregoAlegre	Guata	RioBonito	Sideropolis
29	11	"AFGP002CompaniaCarboniferaCambui"	Curiuva	Parana	-23,866667	-50,45	CorregoAlegre	Guata	RioBonito	
30	693	"MinaAmandoSimoesFigueira"	Curiuva	Parana	-23,771	-50,445	CorregoAlegre	Guata	RioBonito	
31	717	"MorroDoPapaleoTopo"	MarianaPimentel	RioGrandedoSul	-30,301	-51,642	CorregoAlegre	Guata	RioBonito	
32	860	"SaoJoaoDoTriunfo"	SaoJoaoDoTriunfo	Parana	-25,682778	-50,296944	CorregoAlegre	Guata	RioBonito	
33	861	"SaoJoaoDoTriunfo"	SaoJoaoDoTriunfo	Parana	-25,682778	-50,296944	CorregoAlegre	Guata	RioBonito	

	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	PERIODO	EPOCA	IDADE	FLORA	PALEOAMBIENTE	DIVISAO	SUBDIVISAO	CLASSE	ORDEM
2	Permiano	Cisulariano	Sakmariano	Glossopteris Brasilodendron	Costeiro	Trachaeophyta	Lycophytina	Licopsida	Isoetales
3	Carbonifero/Permiano	Pennsylvaniano/Cisulariano		PreGlossopteris	Periglacial				
4	Permiano	Cisulariano	Sakmariano	Glossopteris Brasilodendron	Costeiro	Pteridospermophyta			Medullosales
5	Carbonifero/Permiano	Pennsylvaniano/Cisulariano		PhilloteaGangamopteris	Periglacial				
6	Carbonifero/Permiano	Pennsylvaniano/Cisulariano		PhilloteaGangamopteris	Periglacial				
7	Carbonifero/Permiano	Pennsylvaniano/Cisulariano		PhilloteaGangamopteris	Periglacial				
9	Permiano	Cisulariano	Sakmariano	Glossopteris Brasilodendron	Costeiro	Trachaeophyta	Euphylllophytina	Equisetopsida	Calamitales
10	Permiano	Cisulariano	Sakmariano	PhilloteaGangamopteris	Costeiro	Trachaeophyta	Euphylllophytina	Equisetopsida	Calamitales
11	Permiano	Cisulariano	Sakmariano	Glossopteris Brasilodendron	Costeiro	Trachaeophyta	Euphylllophytina	Equisetopsida	Calamitales
12	Permiano	Cisulariano	Sakmariano	Glossopteris Brasilodendron	Costeiro	Trachaeophyta	Euphylllophytina	Equisetopsida	Calamitales
13	Permiano	Cisulariano	Sakmariano	Glossopteris Brasilodendron	Costeiro	Trachaeophyta	Euphylllophytina	Equisetopsida	Calamitales
14	Permiano	Cisulariano	Sakmariano	Glossopteris Brasilodendron	Costeiro	Trachaeophyta	Spermatophytina	Coniferopsida	Coniferales
15	Permiano	Cisulariano	Sakmariano	Glossopteris Brasilodendron	Costeiro	Trachaeophyta	Spermatophytina	Pteridospermopsida	Glossopteridales
16	Permiano	Cisulariano	Sakmariano	Glossopteris Brasilodendron	Costeiro	Trachaeophyta	Spermatophytina	Pteridospermopsida	Glossopteridales
17	Permiano	Cisulariano	Sakmariano	Glossopteris Brasilodendron	Costeiro	Trachaeophyta	Spermatophytina	Pteridospermopsida	Glossopteridales
18	Permiano	Cisulariano	Sakmariano	Glossopteris Brasilodendron	Costeiro	Trachaeophyta	Spermatophytina	Pteridospermopsida	Glossopteridales
19	Permiano	Cisulariano	Sakmariano	PhilloteaGangamopteris	Costeiro	Trachaeophyta	Spermatophytina	Pteridospermopsida	Glossopteridales
20	Permiano	Cisulariano	Sakmariano	PhilloteaGangamopteris	Costeiro	Trachaeophyta	Spermatophytina	Pteridospermopsida	Glossopteridales
21	Permiano	Cisulariano	Sakmariano	PhilloteaGangamopteris	Costeiro	Trachaeophyta	Spermatophytina	Pteridospermopsida	Glossopteridales
22	Permiano	Cisulariano	Sakmariano	Glossopteris Brasilodendron	Costeiro	Trachaeophyta	Spermatophytina	Pteridospermopsida	Glossopteridales
23	Permiano	Cisulariano	Sakmariano	Glossopteris Brasilodendron	Costeiro	Trachaeophyta	Spermatophytina	Pteridospermopsida	Glossopteridales
24	Permiano	Cisulariano	Sakmariano	Glossopteris Brasilodendron	Costeiro	Trachaeophyta	Spermatophytina	Pteridospermopsida	Glossopteridales
25	Permiano	Cisulariano	Sakmariano	Glossopteris Brasilodendron	Costeiro	Trachaeophyta	Spermatophytina	Pteridospermopsida	Glossopteridales
26	Permiano	Cisulariano	Sakmariano	Glossopteris Brasilodendron	Costeiro	Trachaeophyta	Spermatophytina	Pteridospermopsida	Glossopteridales
27	Permiano	Cisulariano		PhilloteaGangamopteris	Periglacial	Trachaeophyta	Spermatophytina	Pteridospermopsida	Glossopteridales
28	Permiano	Cisulariano	Sakmariano	Glossopteris Brasilodendron	Costeiro	Trachaeophyta	Euphylllophytina	Equisetopsida	Calamitales
29	Permiano	Cisulariano	Sakmariano	Glossopteris Brasilodendron	Costeiro	Trachaeophyta	Euphylllophytina	Marattiopsida	Marattiales
30	Permiano	Cisulariano	Sakmariano	Glossopteris Brasilodendron	Costeiro	Trachaeophyta	Euphylllophytina	Marattiopsida	Marattiales
31	Permiano	Cisulariano	Sakmariano	PhilloteaGangamopteris	Costeiro	Trachaeophyta	Euphylllophytina	Marattiopsida	Marattiales
32	Permiano	Cisulariano	Sakmariano	Glossopteris Brasilodendron	Costeiro	Trachaeophyta	Euphylllophytina	Marattiopsida	Marattiales
33	Permiano	Cisulariano	Sakmariano	Glossopteris Brasilodendron	Costeiro	Trachaeophyta	Euphylllophytina	Marattiopsida	Marattiales



	T	U	V	W	X	Y	Z
1	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	SIGNIFICADOPALEOAMBIENTAL	SIGNIFICADOCLASSE	REFERENCIA	TRANSPORTE
2		"Cyclodendron"	brasiliensis	MargemdoscorposdaguaPantanosturfosossecos	5	60, 78	a
3		Adiantites	sp	indeterminado	8	45	b
4		Alethopteris	sp	PlanicedeinundacaoForadabacia	3	61, 104	b
5		Algas Indeterminadas		Margemdoscorposdagua	7	143	a
6		Algas Indeterminadas		Margemdoscorposdagua	7	143	a
7		Algas Indeterminadas		Margemdoscorposdagua	7	143	a
9		Annularia	sp	Planicedeinundacao	2	63	a
10		Annularia	americana	Planicedeinundacao	2	60, 111	a
11		Annularia	occidentalis	Planicedeinundacao	2	60, 78	a
12		Annularia	occidentalis	Planicedeinundacao	2	61, 64, 103, 104	a
13		Annularia	readi	Planicedeinundacao	2	61, 64, 103, 104	a
14		Araucarites	sp	Foradabacia	1	69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76	c
15	Arberiaceae	Arberia	minnasica	MargemdoscorposdaguaPlanicedeinundacao	4	40	c
16	Arberiaceae	Arberia	sp	MargemdoscorposdaguaPlanicedeinundacao	4	40	c
17	Arberiaceae	Arberia	brasiliensis	MargemdoscorposdaguaPlanicedeinundacao	4	69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76	c
18	Arberiaceae	Arberia	minnasica	MargemdoscorposdaguaPlanicedeinundacao	4	69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76	c
19	Arberiaceae	Arberia	brasiliensis	MargemdoscorposdaguaPlanicedeinundacao	4	40, 85, 111	c
20	Arberiaceae	Arberia	brasiliensis	MargemdoscorposdaguaPlanicedeinundacao	4	85, 86, 87, 101	c
21	Arberiaceae	Arberia	minnasica	MargemdoscorposdaguaPlanicedeinundacao	4	28, 60, 111	c
22	Arberiaceae	Arberia	minnasica	MargemdoscorposdaguaPlanicedeinundacao	4	89	c
23	Arberiaceae	Arberiopsis	boureau	MargemdoscorposdaguaPlanicedeinundacao	4	40	c
24	Arberiaceae	Arberiopsis	sp A	MargemdoscorposdaguaPlanicedeinundacao	4	40	c
25	Arberiaceae	Arberiopsis	sp	MargemdoscorposdaguaPlanicedeinundacao	4	69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76	c
26	Arberiaceae	Arberiopsis	sp	MargemdoscorposdaguaPlanicedeinundacao	4	69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76	c
27	Arberiaceae	Arberiopsis	sp	MargemdoscorposdaguaPlanicedeinundacao	4	149	c
28		Asterophyllites	sp	Planicedeinundacao	2	111, 112	a
29		Asterotheca	sp	PlanicedeinundacaoForadabacia	3	63	b
30		Asterotheca	derbyi	PlanicedeinundacaoForadabacia	3	58, 59, 60, 61	b
31		Asterotheca	sp	PlanicedeinundacaoForadabacia	3	93, 107	b
32		Asterotheca	derbyi	PlanicedeinundacaoForadabacia	3	61, 64, 104	b
33		Asterotheca	sp	PlanicedeinundacaoForadabacia	3	61, 64, 104	b





## Anexo II – Referências bibliográficas da base de dados

1. ALARCON, C. M. 1988. **Licofitas da Formação Corumbataí, Grupo Passa Dois, NeoPermiano, Bacia do Paraná, na região de Artemis, município de Piracicaba, SP-Brasil.** Dissertação de Mestrado em Ciencias Biologicas. Guarulhos: UNG. 86 pg.
2. ALARCON, C. M.; BERNARDES DE OLIVEIRA, M. E. 1999. Licofitas Neopaleozoicas da Bacia do Paraná Brasil I - Avaliação estratigráfica geral, com ênfase em *Lycopodiopsis derbyi* RENAULT. **Revista da Universidade de Guarulhos.** Série pós-graduação. Guarulhos. Ano IV. n. 1.
3. ALMEIDA, F. F. M. 1954. Geologia do Centro Oeste Matogrossense. **Boletim DNPM - Divisão de Geologia e Mineralogia.** v.150, p. 97.
4. ALMEIDA, F. F. M.; BARBOSA, O. 1953. Geologia das Quadrículas de Piracicaba e Rio Claro do estado de São Paulo, Brasil. **Boletim da Divisão Geológica e Mineralógica.** v. 143, p. 96.
5. AMARAL, P. G. C.; BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M.E.; RICARDI-BRANCO, F.; BOUTIN, J. 2004. Presencia de Bryopsida fértil en los niveles Westfalianos del Subgrupo Itararé, Cuenca de Paraná, Brasil **Tropical Bryology.** v. 25, p. 101-110 .
6. AMARAL, S. E. 1971. Geologia e petrologia da Formação Irati; Permiano no estado de São Paulo. **Boletim Instituto Geociências e Astronomia.** São Paulo: USP, v. 2, p. 3-82.
7. ANDREIS, R. R.; KLEPZIG, M.; GUERRA-SOMMER, M.; ZIMERMANN, L. 1980. Considerações Sobre um Afloramento Fossilífero do Grupo Itararé: Fazenda Goulart, Francisquinho, Município de São Jerônimo, RS. **Boletim IG – USP.** v. 11, p. 31-189.
8. ARBER, E. A. N. 1905. **Catalogue of the fossil Plants of the *Glossopteris* Flora.** British Museum. London, p. 159-162.
9. BERNARDES DE OLIVEIRA BABINSKI, M. E.; RÖSLER, O . 1984. Licófitas de Fluviópolis (Permiano Superior) no Sul do Estado do Paraná. Paleobotânica e Palinologia na America do Sul 1983 – **Boletim IG - USP.** v. 15, p. 13-150.
10. BERNARDES DE OLIVEIRA, M. E. 1977. Frutificações de Pteridospermófitas Eogondwanicas da camada Irapuá, Formação Rio Bonito, nos arredores de Criciúma, SC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, Recife. SBG, **Anais...** v.2, p. 986-1001.
11. BERNARDES DE OLIVEIRA, M. E. 1977. **Taoflora Eogondvânica da Camada Irapuá, Formação Rio Bonito (Grupo Tubarão) nos arredores de Criciúma.** Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 301 p., 36 plt., (2 vol.).

12. BERNARDES DE OLIVEIRA, M. E. 1980. Nouveau Genre Néomariopteridien Fertile de La Flore à *Glossopteris* du Bassin de Paraná au Brésil. **Boletim IG – USP.** v. 11, p. 113-119.
13. BERNARDES DE OLIVEIRA, M. E. 1980a. Tafoflora Eogondvânica da Formação Rio Bonito ("Camada Irapuá"), Bacia do Paraná, Brasil. In: CONGRESSO ARGENTINO DE PALEONTOLOGIA Y BIOESTRATIGRAFIA, 2 Y CONGRESSO LATINOAMERICANO DE PALEONTOLOGIA, 1. Buenos Aires. **Actas.** v. 4, p. 69-88.
14. BERNARDES DE OLIVEIRA, M. E.; CARVALHO, R. G. 1981. Frutificações femininas de Glossopteridófitas da Formação Rio Bonito, Grupo Tubarão, estado de Santa Catarina, Brasil. In: II CONGRESSO LATINOAMERICANO DE PALEONTOLOGIA. Porto Alegre. **Anais...** Ed. Yvone T. Sanguinetti. p. 181-200.
15. BERNARDES DE OLIVEIRA, M. E.; CASTRO FERNANDES, de M. C.; TEWARI, R.; RICARDI BRANCO, F. 2007. Platyspermic seeds from the Early Permian of Paraná Basin, Brazil. **The Palaeobotanist**, v.56, p. 1-19.
16. BERNARDES DE OLIVEIRA, M. E.; PONTES, C. E. DA S. 1976. Algumas observações sobre cordaitófitas da Formação Rio Bonito, Grupo Tubarão, Bacia do Paraná, Brasil. In: PRIMER CONGRESO GEOLOGICO CHILENO, Agosto, 1976, Santiago. **Actas.** Tomo III
17. BERNARDES DE OLIVEIRA, M. E.; SANTOS, P. R. DO S.; SAAD, A. R.; ROCHA CAMPOS, A. C. 1978. Ocorrência de Plantas Fósseis do Subgrupo Itararé, em Salto, SP. **Boletim IG - USP**, Inst. Geociências: USP. v. 9, p. 57-152.
18. BERNARDES DE OLIVEIRA, M. E.; YOSHIDA, R. 1981. Coniferófitas da "Tafoflora Irapuá", Formação Rio Bonito, Grupo Tubarão em Santa Catarina. **Boletim de la Asociacion Latinoamericana de Paleobotanicos y Palinologos.** v. 8, p. 39-55.
19. BERNARDES DE OLIVEIRA-BABINSKI, M. E. 1988. Equisetales eogondwanicas da "Tafoflora Irapuá", Formação Rio Bonito (Permiano Inferior), em Criciúma, SC, Bacia do Paraná, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias.** v. 60 (1), p. 45-60.
20. BOARDMAN, D. R.; IANNUZZI, R. 2010. Presence of The Genus *Giridia*, Sphenophyte, in the Paraná Basin (Lower Permian, Rio Bonito Formation) **Revista Brasileira de Paleontologia** v. 13(1), p. 5-12.
21. BOARDMAN, D. R.; IANNUZZI, R.; DUTRA, T. L. 2007. Esfenófitas da Formação Rio Bonito (Permiano) na Região de Taio, Santa Catarina, Brasil. **Rev. bras. Paleontol.** v. 10 (3), p. 201-211.
22. BOARDMAN, D. R.; TYBUSCH, G. P.; IANNUZZI, R.; DUTRA, T. L.; LIMA, L. 2005. **Presença de *Glossopteris browniana* Brogniart em níveis do topo do afloramento Quitéria (Formação Rio Bonito), Rio Grande do Sul, Brasil (Permiano Inferior).** GAEA- Universidade do Vale do Rio dos Sinos. v. 1 (1), p. 9-17.
23. CARRUTHERS, W. 1869. On the Plant Remains from the Brazilian coal beds with remarks on the genus *Flemingites*. **Geol. Mag.** v. VI, p. 151-155.

24. CASTRO, H. E. F. DE 1983. Sobre a Ocorrência de *Cordaicarpus nitens* em Sedimentos da Formação Rio Bonito no Estado do Paraná In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA. **Boletim de Resumos**. p. 87
25. CAZZULO KLEPZIG, M; GUERRA SOMMER, M.; MARQUES TOIGO, M. 1980. Estudos macro e microflorísticos do Grupo Itararé (Bacia do Paraná), Rio Grande do Sul In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, Camboriu, SC. **Anais...** v. 5, p. 3027-3090.
26. CAZZULO KLEPZIG; CORREIA, N. R. 1981. Contribuição ao estudo da Taoflora permiana do Membro Serrinha na Serra do Cadeado, estado do Paraná, Brasil In: II CONGRESSO LATINOAMERICANO DE PALEONTOLOGIA. Porto Alegre. **Anais...** Ed. Yvone T. Sanguinetti. p. 233-247.
27. CHALONER, W; LEISTIKOW, K. V.; HILL, A. 1979. *Brasilodendron* gen. nov. and *B. pedroanum* (Carr) comb. nov., Permian lycopod from Brazil. **Review of Paleobotany and Palinology**, v. 28 (2), p. 117-136.
28. CORTEZ, I. 2008. **Briófitas e Carófitas da Formação Teresina da Bacia do Paraná, Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso. 96 pg.
29. CORTEZ, I; RICARDI BRANCO, F.; VARGAS, Y. L. 2011. Guadalupian Bryophytes of Western Gondwanaland from Paraná Basin in Brazil. **Palaeontology**. (Artigo no prelo).
30. DERBY, O. A. 1915. Stem structure of *Tietea singularis* . **American Journal of Science**, v. 189, p. 251-260.
31. DIAS, M. E. R.; GUERRA SOMMER, M. 1993. Integração entre dados Mega e Microflorísticos na jazida do Faxinal, Rio Grande do Sul: Estudos Preliminares In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, SÃO LEOPOLDO. **Boletim de Resumos**, p. 100.
32. DOHMS, M. H. 1977. Revisão Crítica das Citações de Flora *Glossopteris* para o Rio Grande do Sul **Pesquisas - Instituto de Geociências da UFRS**, v. 7, p. 145-170.
33. DOLIANITI, E. 1946. Notícias sobre novas formas na flora de *Glossopteris* do Brasil Meridional. Div. Geol. Miner. **Notas Preliminares**, n. 34
34. DOLIANITI, E. 1948. **A Paleobotânica no Brasil**. Boletim de Geologia e Mineralogia do DNPM, n. 123.
35. DOLIANITI, E. 1953. Considerações sobre a presença de *Gondwanidium plantianum* no Rio Grande do Sul. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 25(2) , p. 127-132.
36. DOLIANITI, E. 1953a. A flora do Gondwana Inferior em Santa Catarina. I. O Gênero *Glossopteris*. **Notas preliminares e Estudos**. DNPM, v. 62, p. 1-3.
37. DOLIANITI, E. 1956. Um verticilo de *Glossopteris* no Gondwana do Estado de Santa Catarina. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 28(1), p. 115-118.

38. DOLIANITI, E. 1971. A flora do Gondwana Inferior em Santa Catarina. VII- O Gênero *Ottokaria*. *Ottokaria santacatarina* n. sp. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 43 (suplemento), p. 337-342.
39. DOLIANITI, E. 1977. *Chiropteris reniformis* Kawasaki no Gondwana do Sul do Brasil. **Pesquisas - Instituto de Geociências da UFRS** v. 7, p. 23-26.
40. DOLIANITI, E.; MILLAN, J. H. 1973. Novo Afloramento de Vegetais Gondwânicos no Estado de São Paulo **Anais da Academia Brasileira de Ciências** v.45(2), p. 653-654.
41. FANTON, J. C. M.; RICARDI BRANCO, F.; RICARDI, M. T.; ROHN, R. 2006. Reinvestigação da Conífera Permiana *Krauselcladus* (Formação Teresina, Bacia do Paraná, Brasil): Novas Interpretações Morfológicas e Anatômicas. **Rev. Bras. Paleontol.** v. 9(2), p. 221-234.
42. FARIA, R. S.; RICARDI BRANCO, F. 2010. *Lepidophylloides corumbataensis* sp. nov. from the Guadalupian in the Paraná Basin, southern Brazil Review of **Palaeobotany and Palynology**, v. 160, p. 135-142.
43. FITTIPALDI, F. C. 1981. **A Caracterização cuticular de *Glossopteris communis* Feistmantel, 1876, Formação Rio Bonito (Permiano Inferior), da Bacia do Paraná, Brasil.** Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 77 p.
44. FITTIPALDI, F. C.; RÖSLER, O. 1978. *Paranocladus (?) fallax*: estudos cuticulares. **Boletim IG - USP**, v. 9, p. 109-113 .
45. FLORIN, R. 1940. Die Koniferen des Oberkarbons und des unteren Perms. **Paleontographica**. Abt. B, v. 85 (5) , p. 243-363.
46. FULFARO, J. V. 1964. A Formação Corumbataí nos arredores de Conchas, estado de São Paulo. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, v. 13, p. 43-53.
47. GUERRA SOMMER, M. 1977. *Damudoxylon* Maheshwari, 1972, Um Gênero Ocorrente no Gondwana do Brasil. **Pesquisas - Instituto de Geociências da UFRS**, v. 7, p. 131-144.
48. GUERRA SOMMER, M. 1978. Ocorrência de Gênero Nórdico de Conífera no Gondwana Sul Brasileiro. **Pesquisas - Instituto de Geociências da UFRS**, v. 10, p. 65-76.
49. GUERRA SOMMER, M. 1980. Contribuição ao Estudo das Coníferas do Gondwana Brasileiro. **Pesquisas - Instituto de Geociências da UFRS**, v. 13, p. 185-188.
50. GUERRA SOMMER, M. 1982. Coníferas (?) em Associações Hígro-Mesófilas no Gondwana Brasileiro In: XXXII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1982, SALVADOR. **Anais....** v. 4, p. 1246-1251.
51. GUERRA SOMMER, M. 1989. *Rufloria meyen* em sedimentos Gondwânicos sulriograndenses (Formação Rio Bonito, Super Grupo Tubarão). **Pesquisas – Instituto de Geociências da UFRS**.v. 22, p. 129-184.

52. GUERRA SOMMER, M. 1995. Fitofagia em Glossopterídea na Paleoflora da Mina de Faxinal (Formação Rio Bonito, Artinskiano, Bacia do Paraná). **Pesquisas - Instituto de Geociências da UFRS**, v. 22, p. 1-2.
53. GUERRA SOMMER, M.; BORTOLUZZI, C. A. 1982. Conífera (?) com estrutura epidérmica preservada no Gondwana sul-rio-grandense (Formação Rio Bonito Candiota). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32. Salvador. **Anais...** S.B.G., v.4, p. 1235-1245.
54. GUERRA SOMMER, M.; CAZZULO KLEPZIG, M. 1981. A taoflora do Grupo Itararé no Rio Grande do Sul - Sua Importância Bioestratigráfica no Gondwana Sul-Brasileiro In: II CONGRESSO LATINOAMERICANO DE PALEONTOLOGIA. Porto Alegre. **Anais...** Ed. Yvone T. Sanguinetti, p. 129-140.
55. GUERRA SOMMER, M.; CAZZULO KLEPZIG, M.; MARQUES TOIGO, M. 1995. *Gondwanostachyaceae* (Equisetopsida) no Gondwana Sul Brasileiro (Formação Rio Bonito, Artinskiano, Bacia do Paraná). **Pesquisas - Instituto de Geociências da UFRS**, v. 22, p. 1-2.
56. GUERRA SOMMER, M.; KLEPZIG, M.; MARQUES TOIGO, M. 1980. Revisão Fitoestratigráfica do Grupo Itararé no Rio Grande do Sul. III - Área de Faxinal, Município de Guaíba, Rio Grande do Sul. **Boletim IG – USP**, v. 11, p. 31-189.
57. GUERRA SOMMER, M.; PASQUALINI, M.; ABRAHÃO, D. 1986. Considerações Sobre o hábito de *Botrychiopsis plantiana* (CARRUTHERS) Archangelsky e Arrondo. **Pesquisas - Instituto de Geociências da UFRS** v. 18, p. 11-21.
58. GUERRA SOMMER, M.; RODRIGUES, C. G.; DAVID, C. A. R.; OLIVEIRA, L. M. 1981. Análise do conteúdo paleobotânico de pelitos fossilíferos (Formação Rio Bonito) da Área de Ribeirão Novo, Paraná. In: SIMPOSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1981. **Atas**. Curitiba, S. B. G., v.2, p. 180-189.
59. JASPER, A.; GUERRA SOMMER, M. 1998. Licofitas Cormofíticas Arborecentes do Afloramento Quitéria Formação Rio Bonito (Bacia do Paraná, RS) **Pesquisas - Instituto de Geociências da UFRS**, v. 25, p. 1.
60. JASPER, A.; GUERRA SOMMER, M.; KAZULLO KLEPZIG, M.; MENEGATI, R. 2003. The *Botrychiopsis* Genus and its Biostratigraphic Implications in Southern Paraná Basin. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 75(4), p. 513-535.
61. JASPER, A.; GUERRA SOMMER, M.; MENEGATI, R.; CAZZULO KLEPZIG, M.; RICARDI BRANCO, F.; SALVI, J. 2008. Afloramento Quitéria, Encruzilhada do Sul, RS; Sedimentos lagunares com singular associação fitofossilífera da Formação Rio Bonito In: WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; SOUZA, C. R. G.; FERNANDES, A. C. S.; BERBERT BORN, M.; QUEIROZ, E. T.; (EDIT.) **SÍTIOS GEOLÓGICOS E PALEONTOLÓGICOS DO BRASIL**.

62. JASPER, A.; RICARDI BRANCO, F.; GUERRA SOMMER, M. 2005. *Coricladus quiteriensis* gen. et sp. nov., a new conifer in Southern-Brazil Gondwana (Lower Permian, Paraná Basin). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 77(1), p. 157-168.
63. KLEPZIG, M.; GUERRA SOMMER, M.; BOSSI, G. E. 1980. Revisão Fitoestratigráfica do Grupo Itararé no Rio Grande do Sul. I. Acampamento Velho, Cambaí Grande, Budó e Morro do Papaléo. **Boletim IG – USP**. v. 11, p. 31-189.
64. KRAUSEL, R.; DOLIANITI, E. 1943. Gymnospernholzer aus den Palaozoikom Brasilien. **Paleographica Abt. B** 104 H4-6, p. 115-137.
65. LANDIM, P. M. B. 1970. O Grupo Pasa Dois (P) na Bacia do Rio Corumbataí São Paulo. **Boletim DNPM - Divisão de Geologia e Mineralogia**, v. 252, p. 68.
66. LEJAL NICOL, A.; BERNARDES DE OLIVEIRA, M. E. C. 1979. Sur une nouvelle espèce de *Cyclodendron* Krausel 1928 du Permien Inférieur de l'Etat de Santa Catarina au Brésil. In: 104° CONGRÈS NATIONAL DES SOCIÉTÉS SAVANTES, 1979, Bordeaux. **Comptes Rendus Sciences**, Bordeaux. v. 5, p. 11-35.
67. LUNDQVIST, G. 1919. **Fossile Pflanzen der *Glossopteris* Flora aus Brasilien**. Kungl Sv Vet Handl, 60, p. 1-36.
68. MAACK, R. 1947. *Lycopodiopsis derbyi* Renault, Documento da Idade Paleozoica da Camadas Teresina do Brasil Meridional. **Arquivos de Biologia e Tecnologia** v. II. Art 8. 207 p.
69. MANIERO, J. 1951. *Parataxopitys brasiliana*, gen. n. sp. n. Madeira nova do Permiano Inferior. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 23(1), p. 105-111.
70. MARANHÃO, M. S.A. S.; PETRI, S. 1996. Novas Ocorrências de Fósseis nas Formações Corumbataí e Estrada Nova do Estado de São Paulo e Considerações Preliminares sobre Seus Significados Paleontológicos e Bioestratigráficos. **Revista IG**. v. 17(2), p. 33-54.
71. MARTINS, E. A.; SENA SOBRINHO 1951. *Lycopodiopsis derbyi* (Renault) e *Glossopteris* sp no Estrada Nova (Permo-Triassico) do Rio Grande do Sul. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 23(3), p. 323-326.
72. MENDES, J. C. 1944. Posição Estratigráfica de *Lycopodiopsis* Renault. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 16(2), p. 137-138.
73. MERLOTTI, S. 1989. Ocorrência de um Fragmento de Caule tipo Cordaites no Gondwana do Brasil. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, CURITIBA. **Anais...** p. 67
74. MERLOTTI, S. 1997. *Mussaeoxylon*, novo taxon gimnospérmico do Gondvana Brasileiro. In: XV CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA. **Boletim de Resumos**. p. 32.

75. MERLOTTI, S. 1997. *Retemedulloxylon*, novo lenho fóssil com medula diafragmada da Formação Rio Bonito, Estado de Santa Catarina, Brasil. In: XV CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA. **Boletim de Resumos**. p. 31.
76. MERLOTTI, S. 1999. Contramolde Medular em Conexão Orgânica com Fragmentos Lenhosos de *Retemedulloxylon* da Formação Rio Bonito (EoPermiano da Bacia do Paraná, Santa Catarina, Brasil) **Pesquisas - Instituto de Geociências da UFRS**, v. 26, p. 2.
77. MERLOTTI, S. 1999. Um Novo Lenho Gimnospérmico da Formação Rio Bonito, SC, Brasil *Aterradoxylon solidum* gen. et sp. nov. **Pesquisas - Instituto de Geociências da UFRS**, v. 26, p. 2.
78. MEZZALLIRA, S. (org.) 1966. Os fósseis do Estado de São Paulo Instituto Geográfico e Geológico, **Boletim**, v. 45, p. 14-77.
79. MEZZALLIRA, S. (org.) 1981. **Léxico Estratigráfico do estado de São Paulo**, Governo do Estado de São Paulo, Secretaria da Agricultura e Abastecimento, Coordenadoria da Pesquisa de Recursos Naturais do Instituto Geológico. Pg 29
80. MILLAN, J. H. 1965. Considerações sobre as sementes do Carbonífero do Brasil. **Notas preliminares e Estudos**. DNPM, v. 123, p. 3-18.
81. MILLAN, J. H. 1969a. The Gymnospermic and platyspermic seeds of the *Glossopteris* Flora from Brazil and correlated foreign regions. In: SYMPOSIUM - GONDWANA STRATIGRAPHY, 1. Buenos Aires. **Proceedings**. Buenos Aires. v. 2, p. 107-122.
82. MILLAN, J. H. 1969b. Sobre *Plumsteadiella* um novo vegetal comum ao Gondwana Inferior do Brasil e da Africa do Sul. *Plumsteadiella apedicellata* sp. Nov. **Boletim do Museu Nacional, Nova Serie, Geologia**, v. 34, p. 1-8.
83. MILLAN, J. H. 1971. Ocorrência de Folhas de *Noeggerathiopsis* presas a um eixo Caulinar, no Gondwana do Estado de Santa Catarina. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. 43 (suplemento), p. 342-350.
84. MILLAN, J. H. 1972. **Macroflórula Carbonifera de Monte Mor, Estado de São Paulo**. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 154 p., (2 vol.).
85. MILLAN, J. H. 1974. **Sementes Platispermicas da Bacia do Paraná e Demais Regiões do Gondwana**. Tese de Livre Docência, UFRJ.
86. MILLAN, J. H. 1974. Sobre as coniferopsidas da florula gonwanica de Monte Mor, Estado de Sao Paulo, **Ameghiniana**, 11 (2), p. 124-134.
87. MILLAN, J. H. 1975. Tafloflorula de Monte Mor no estado de São Paulo: seus elementos e seu significado no Gondwana Inferior do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**. v. 5(1), p. 1-4.
88. MILLAN, J. H. 1977. **Sementes Platispermicas da florula gondwanica de Monte Mor, Estado de Sao Paulo, Brasil**. *Ameghiniana*, v. 14(1-4) , p. 33-44

89. MILLAN, J. H. 1979. *Rhacopteris* e *Botrychiopsis* no Eogondwana de Monte Mor, Subgrupo Itararé do Estado de São Paulo. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 51(1), p. 109-120.
90. MILLAN, J. H. 1980. Lepidodendrales do Eogondwana de Monte Mor, SP, Base do Subgrupo Itararé. 1 - *Brasilodendron pedroanum* (Carruthers) Chaloner, Leistikow & Hill, 1979. **Boletim IG – USP**. v. 11, p. 31-189.
91. MILLAN, J. H. 1981. Sobre a Presença das Sphenophyllales no Eogondwana de Monte Mor, Subgrupo Itararé do Estado de São Paulo In: II CONGRESSO LATINOAMERICANO DE PALEONTOLOGIA. Porto Alegre. **Anais...** Ed. SANGUINETTI, Y. T.. p. 113-123.
92. MILLAN, J. H. 1987a. Descoberta de frondes de *Botrychiopsis plantiana* no Eogondwana do município de Itapeva, Subgrupo Itararé do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 10. RIO DE JANEIRO, 1987. **Anais...** Rio de Janeiro, SBP, v.2, p. 809-829.
93. MILLAN, J. H. 1987b. Os pisos florísticos do Carvão do Subgrupo Itararé no Estado de São Paulo e suas Implicações In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 10, RIO DE JANEIRO. **Anais...** SBP, p. 832-857.
94. MILLAN, J. H. 1989. Sobre a presença de Formas Foliares Mais Primitivas de Glossopterídeas (Gênero *Gangamópteris*) no município de Cerquilho, Carvão do Eogondwana do Estado de São Paulo. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 61(2), p. 203-213.
95. MILLAN, J. H. 1991. Sobre a Sphenopsida de Tafoflora Associada a Camadas Carbonosas do Subgrupo Itararé, Eogondwana da Bacia do Paraná, no Município de Itapeva, SP, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 63(3), p. 229-245.
96. MILLAN, J. H. 1994. O Esquema de Identificação e classificação das sementes gondwanicas: reatualização e análise crítica . **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 66(4) , p. 475-489.
97. MILLAN, J. H. 1995. Nova ocorrência de sementes platispérmicas em Tafoflora associadas a Camadas Carbonosas do Grupo Tubarão, Eogondwana da Bacia do Paraná, no Estado de São Paulo. **Anais da Academia Brasileira de Ciência**. v. 67(1), p.117-128.
98. MILLAN, J. H.; DOLIANIT, E.; BARCIA E ANDRADE, A. 1982. Uma nova tafoflorula no Eogondwana de Cerquilho, Subgrupo Itararé. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 54(2), p. 419-428.
99. MILLAN, J. H.; DOLIANITI, E. 1977. Esfenófitas do Eogondwana de Cerquilho, SP. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 49(3), p. 469-477.
100. MILLAN, J. H.; DOLIANITI, E. 1980. Sobre um novo "Fertiliger" no Eogondwana de Cerquilho, São Paulo, Bacia do Paraná, Brasil. In: CONGRESSO ARGENTINO DE PALEONTOLOGIA Y BIOESTRATIGRAFIA, 2 Y CONGRESSO LATINOAMERICANO DE PALEONTOLOGIA, 1. Buenos Aires, 1978. **Actas**. Buenos Aires. v. 4, p 129-137.



101. MILLAN, J. H.; DOLIANITI, E. 1982. Sobre a presença do Gênero *Rubidgea* no Eogondwana de Cerquilho, Subgrupo Itararé de São Paulo. **Boletim IG- USP**, v. 13, p. 43-143.
102. MUNE, S. E. 2005. **Taoflora Interglacial Neocarbonífera do Sítio Volpe, Município de Monte Mor (SP), Subgrupo Itararé, Nordeste da Bacia do Paraná: Revisão e Complementação**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Geologia Sedimentar – USP.
103. MUNE, S. E.; BERNARDES DE OLIVEIRA, M. E. 2007. Revisão da taoflora interglacial neocarbonífera de Monte Mor, SP, (Subgrupo Itararé), nordeste da Bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 37(3), p. 427-444.
104. MUSSA, D. 1986. Eustelos Gondwanicos de Medulas Diafragmadas e sua Posição Estratigráfica. **Boletim IG – USP**, Série Científica, v. 17, p. 1-147.
105. OLIVEIRA, E. DE. 1927. Geologia e recursos minerais do Estado do Paraná. **Monografia Div. Geol. Mineral Bras.** v. 6, p. 1-1720.
106. PEREIRA DA SILVA, L.; IANUZZI, R. 2000. *Cheirophyllum specular* Cesari & Cuneo e ?*Dicranophyllum* sp., Novas formas afins as *Ginkgophytas* na Sequência Gondwanica Neopaleozóica do Sul do Brasil. **Revista da UNG** - Número Especial.
107. PERINOTTO, J. A.; RÖSLER, O. 1987. Raízes fosseis na Lapa do Carvão do Bairro Aliança (Cerquilho-SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 10, Rio de Janeiro, 1987. **Anais...** Rio de Janeiro, SBP. v.2, p. 238-251.
108. PERINOTTO, J. A.; RÖSLER, O. 1984. *Glossopterídeas* de Fluvíópolis (Permiano Superior) no sul do estado do Paraná. **Boletim IG - USP**. v. 15 p. 90-96.
109. PERINOTTO, J. A.; RÖSLER, O. 1987. As Raízes fósseis da Lapa do Carvão de Bairro Aliança (Cerquilho - SP) e Mato Seco (Cesário Lange - SP). In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, Rio de Janeiro. **Anais...** p. 237-251.
110. RAO, H. S. 1940. On the Anatomy of *Lycopodiopsis* Derby Renault with remarks on the Southern Paleozoic Lycopods. **The Proceedings of the Indian Academy of Sciences**, XI Sect. B: (5), 2 ests. Bangalore , p. 197-217.
111. READ, C. B. 1941. Plantas fosseis do Neopaleozóico do Paraná e Santa Catarina. Div. Geol. Miner. DNPM. **Monografias**, v. 12, p. 1-102.
112. REGO, L. F. M. 1935. A flora das camadas superiores do sistema de Sta. Catarina. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 7, p. 251-254 .
113. RENAULT, B. 1890. Sur une nouvelle lycopodiaceé houillere (*Lycopodiopsis derbyi*). **Compte Rendus hebdomadaves de Séances de l'Academie de Sciences**, Paris, v. 110 (15), p. 869-871.

114. RICARDI BRANCO, F. 1997. **Taoflora Gondwanica do Membro Triunfo Formação Rio Bonito (EoPermiano), no município de Figueira, Paraná Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 182 p.**
115. RICARDI BRANCO, F.; BERNARDES DE OLIVEIRA, M. E. 2000. *Gangamopteris roesleri sp nov* da Taoflora Eoperminana de Cerquilha (SP), Grupo Tubarão, Bacia do Paraná, Brasil. **Revista da UNG**, Número Especial. p. 44-48.
116. RICARDI BRANCO, F.; BERNARDES DE OLIVEIRA, M. E. C.; AMARAL, P. G. C. 1999. Levantamento da composição e sucessão paleoflorística do Neocarbonífero-EoPermiano, Grupo Tubarão no estado de São Paulo. I. *protoglossopterídeas* e *glossopterídeas* das camadas hulheíferas de Cerquilha, SP. In: XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA. **Boletim de Resumos**. Crato. p. 87-88.
117. RICARDI BRANCO, F.; BERNARDES DE OLIVEIRA, M. E.; GARCIA, J. 1999. Novos elementos taoflorísticos da Fm. Assistência, Subgrupo Irati, Grupo Passa Dois, Bacia do Paraná, Provenientes de Angatuba (SP), Brasil. **Revista da UNG** - IV, v. 5, p. 85-95.
118. RICARDI BRANCO, F.; BERNARDES DE OLIVEIRA, M. E.; GARCIA, J. 1999. Novos elementos taoflorísticos da Fm. Assistência, Subgrupo Irati, Grupo Passa Dois, Bacia do Paraná, Provenientes de Angatuba (SP), Brasil. In: XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA. **Boletim de Resumos**. Crato. p. 88-89.
119. RICARDI BRANCO, F.; CAIRES, E. T.; SILVA, A. M. 2008. Levantamento de ocorrências fósseis nas pedreiras de calcário do Subgrupo Irati no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências** 38(1), p. 78-86.
120. RIGBY, J. F. 1972a. The *Notocalamitaceae*, a new family of Upper Paleozoic Equisetales. **The Palaeobotanis**, v. 19(2), p. 161-163.
121. RIGBY, J. F. 1969. (*Rhodea*) *criciumana* sp. nov. A new plant from the Tubarão Group of Brazil. **Boletim Paranaense de Geociências**, 27, p. 111-122
122. RIGBY, J. F. 1972b. The Upper Paleozoic Flora at Lauro Muller, Santa Catarina, Southern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias**, 44 (Suplemento), p. 279-293.
123. ROCHA CAMPOS, A. C.; RÖSLER, O. 1978. Late Paleozoic Faunal and Floral Successions in the Paraná Basin, Southeastern Brazil. **Boletim IG – USP**. v. 9, p. 1-16.
124. ROESLER, G. A.; IANNUZZI, R.; BOARDMAN, D. R.; BARONI, C. L. 2008. Uma nova espécie de *Phyllothea Brongniart* (Townrow) no Permiano Inferior da Bacia do Paraná, RS. Goea - **Journal of Geoscience** Unisinos, vol. 4, p. 14-23.
125. ROHN, R. 1987. A flora de *Glossopteris* primitiva de Cerquilha Velho, Formação Tiete, Permiano Inferior, Cerquilha, SP, Brasil: Guia de Excursão. **Paleobotânica Latinoamericana**, v. 8(1), p. 25-30.

126. ROHN, R. 1988. **Bioestratigrafia e paleoambientes da Formação Rio do Rasto na borda leste da Bacia do Paraná (Permiano Superior, Estado do Paraná)**. Dissertação de Mestrado 2 vol.
127. ROHN, R. 1995. **Evolução Ambiental da Bacia do Paraná Durante o NeoPermiano no Leste de Santa Catarina e do Paraná**. Tese de Doutorado
128. ROHN, R. 1997. Primeiras *Glossopterideas* da Formação Rio do Rasto no Estado de São Paulo (Permiano Superior, Bacia do Paraná), **Brasil Geociências**, II (número especial), p. 76-84.
129. ROHN, R.; RÖSLER, O. 1986a. *Pteridófilas pectopterídeas* da Formação Rio do Rasto no Estado do Paraná e da Formação Estrada Nova no Estado de São Paulo (Bacia do Paraná, Permiano Superior). **Boletim IG – USP**, Série Científica, v. 17, p. 1-147.
130. ROHN, R.; RÖSLER, O. 1986b. *Schizoneura gondwanensis* Feistmantel da Formação Rio do Rasto (Bacia do Paraná, Permiano Superior) no estado do Paraná e no norte do Estado de Santa Catarina. **Boletim IG - USP**, Série Científica, v. 17, p. 1-147.
131. ROHN, R.; RÖSLER, O. 1986c. Caules de *Sphenophyta*, da Formação Rio do Rasto (Bacia do Paraná, Permiano Superior) **Boletim IG - USP** Série Científica, v. 17, p. 1-147.
132. ROHN, R.; RÖSLER, O. 1989. Folhas dentadas da Formação Rio do Rasto (Bacia do Paraná, Permiano Superior) e seu possível significado paleoclimático. **Boletim IG – USP**, Publicação Especial nº 7 - Paleobotânica e Palinologia da América do Sul
133. ROHN, R.; RÖSLER, O. 1989. Novas Ocorrências de *Glossopterídeas* na Formação Rio do Rasto (Bacia do Paraná, Permiano Superior). **Boletim IG - USP**, Publicação Especial n. 7 - Paleobotânica e Palinologia da América do Sul
134. ROHN, R.; RÖSLER, O. 1989. Novas Ocorrências de *Glossopterídeas* na Formação Rio do Rasto (Bacia do Paraná, Permiano Superior). **Boletim IG - USP**, Publicação Especial, v. 7, p. 101-125.
135. ROHN, R.; RÖSLER, O. 1991. Estrobilos de Equisetales na Formação Rio do Rasto (Permiano Superior) em Santa Catarina. In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, São Paulo. **Anais...** p. 17.
136. ROHN, R.; RÖSLER, O. 1987. Relações entre a flora permiana do Gondwana e as floras das províncias setentrionais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 10. Rio de Janeiro, 1987. **Anais...** Rio de Janeiro, SBP, v.2, p 885-899.
137. RÖSLER, O. 1972. **Flora da Formação Rio Bonito no Estado do Paraná**. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 130 p.
138. RÖSLER, O. 1974. Novas Espécies de *Sphenophyta* na Formação Rio Bonito (Permiano) no Estado do Paraná. **Boletim IG – USP**, v. 5, p. 17-28.

139. RÖSLER, O. 1975b. Tafofloras Eogondwanicas do Brasil II - Ocorrências do Rio da Estiva (Permiano - Formação Rio Bonito - Santa Catarina). **Boletim IG - USP**, v. 6, p. 1-11.
140. RÖSLER, O. 1979. Plantas fosseis de São João do Triunfo (PR), Formação Rio Bonito e suas implicações geológicas. In: SIMPOSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2, Rio Claro, 1979. **Atas**. Rio Claro, SBG, v.1, p 181-194.
141. RÖSLER, O.; PERINOTTO, J. A. 1985. Nota sobre a ocorrência de *Nothorhacopteris* sp. em siltitos da porção médio superior do Subgrupo Itararé em amostra de superfície no Município de Buri, Estado de São Paulo. **Paleobotânica Latinoamericana**, v. 7(1):25, p. 427-444 .
142. RÖSLER, O.; ROHN, R. 1984. *Sphenophyllum paranaensis* n. sp. da Formação Rio do Rasto (Permiano Superior) de Dorizon, Estado do Paraná, Paleobotânica e Palinologia na America do Sul, 1983. **Boletim IG - USP** v. 15, p. 13-150.
143. SALVI, J.; JASPER, A., RICARDI BRANCO, F., BERNARDES DE OLIVEIRA, M. E., GUERRA SOMMER, M. 2008. Record of the Genus *Lycopodites* in the Lower Permian of Paraná Basin, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 80(3), p. 553-563 .
144. SILVA, Z. C. C. DA; ARRONDO, O. G. 1977. Tafoflora Permiana de Mariana Pimentel no Município de Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas - Instituto de Geociências da UFRS**, v. 7, p. 27-44
145. SOUZA, J. M.; IANNUZZI, R. 2009. The Genus *Cordaicarpus* Geinitz In the Lower Permian of the Paraná Basin, Rio Grande do Sul, Brazil Rev. bras. paleontol. v. 12(1), p. 5-16.
146. STEINMANN, G. 1924. Uber *Lycopodiopsis*. **Palentologie Zeitschr.** Berlin, p. 257-262.
147. TAVARES, T. M. V. 2007. **Filicineas Permianas Permineralizadas da Formação Corumbataí, Nordeste da Bacia do Paraná.** Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Geologia Regional - UNESP
148. TAVARES, T. M. V.; ROHN, R. 2009. First record of petrified Permian pecopterids from the Paraná Basin, Brazil (Corumbataí Formation, Passa Dois Group, northeastern State of São Paulo): Morphology, anatomy and paleoecological implications. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 27, p. 60–73.
149. TYBUSCH, G. P.; IANNUZZI, R. 2008. Reavaliação taxonômica dos Gêneros *Gangamopteris* e *Rubidgea*, Permiano Inferior da Bacia do Paraná, Brasil. **Rev. bras. paleontol.** v. 11(2), p. 73-86.
150. TYBUSCH, G. P.; IANNUZZI, R.; FRANK, H.T. 2009. Nova espécie do gênero *Gangamopteris* no Permiano inferior da bacia do Paraná, RS, Brasil. **Geociências, UNESP**, v. 28, n. 3, p. 295-303.

151. VÁRIOS AUTORES. 1962. Geologia do Estado de São Paulo. **Boletim do Instituto Geográfico e Geológico**, 41.
152. VIEIRA, C. E. L.; IANNUZZI, R. 2000. Presença de *Pecopteris* e *Asterotheca* no Afloramento Morro do Papaléo, Município de Mariana Pimentel, RS (Formação Rio Bonito, EoPermiano da Bacia do Paraná). **Pesquisas - Instituto de Geociências da UFRS**, v. 27, p. 2.
153. WHITE, D. A. 1908. Report Fossil on the fossil flora of the coal Measures of Brazil in: White, I.C. Final Report Comm. **Estudo das Minas de Carvão de Pedra do Brasil**, Rio de Janeiro.
154. YOSHIDA, R. 1968. **Descrição preliminar de coníferas neopaleozóicas da Bacia do Paraná**. Monografia de Mestrado - Departamento de Geologia e Paleontologia, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, São Paulo
155. ZAMPIROLI, A. P. 2001. **Tafoflora Neocarbonífera da Fazenda Santa Marta, Interglacial do Subgrupo Itararé, Grupo Tubarão, Bacia do Paraná, Região de Itapeva (SP), Brasil**. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado.
156. ZAMPIROLI, A. P.; BERNARDES DE OLIVEIRA, M. E. 2000. O Gênero *Paracalamites* Zalesky 1927, na tafoflora de Itapeva, Carbonífero Superior do Subgrupo Itararé, Grupo Tubarão, Sudoeste do Estado de São Paulo, Brasil. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 21 (1/2), p. 7-15.
157. ZAMPIROLI, A. P.; BERNARDES DE OLIVEIRA, M. E. C.; SOUZA, P. A. 1999. Levantamento da composição e sucessão paleoflorística do Neocarbonífero-EoPermiano (Grupo Tubarão) no Estado de São Paulo. II-1 Considerações sobre a tafoflora de pré *Glossopterídeas* de Itapeva, Subgrupo Itararé, Bacia do Paraná, Brasil In: XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA. **Boletim de Resumos**. Crato. p. 127-128.
158. ZEILER, M. R. 1896. Note sur la Flore Fossilides. Gisements Hoiullers de Rio Grande do Sul (Brésil Meridional) **Bull. P. Fr.**, v. 83 p. 601-629.



### Anexo III: Referências bibliográficas dos principais gêneros citados

- *Botrychiopsis* (Kurtz) Archangelsky et Arrondo 1971 Kurtz (1985) e emendado por Archangelsky e Arrondo (1971)

KURTZ, F. 1894. Contribuciones a la palaeophytologia Argentina: Mus. La Plata Ver., v. 6 p 117-139. pls 1-4

- *Botrychiopsis plantiana* Carruthers 1869

CARRUTHERS, W. 1869. Coal Plants from Brazil. On the Plant Remains from the Brazilian Coal Beds with Remarks on the Genus Flemingites. In: Plant N. The Brazilian Coal Fields. Geological Magazine 6:5-10

- *Buriadia* Seward and Sahni, 1920

SEWARD, A. C. & SHAHNI, B. 1920. Indian Gondwana plants, a revision: India Geol. Survey Mem., Mem. Paleontologia Indica, v. 7. P 1-54 pls 1-7

- *Cordaicarpus* (Geinitz) Seward 1917

SEWARD, A. C.. 1917. Fossil plants: Cambridge University Press. v. 3 656 p.

- *Cordaitea* Unger, 1850

UNGER, F.. 1850. Genera et species plantarum fossilium: Vienna, 627 p.

- *Cornucarpus* Arber, 1914

ARBER, E. A. N.. 1914. A revision of the seeds impressions of the British Coal Measures: Annals Botany, v. 28, p 81-108, pls. 6-8

- *Dizeugotheca* Archangelsky et de la Sota 1960

ARCHANGELSKY, S. & La Sota, E.. 1960. Contribucion al conoximento de las filicines permicas de Patagonia extraandina: Acta Geol. Liolloana, v. 3 p 85-126

- *Gangamopteris* McCoy 1847

MCCOY, F. 1847. On the fossil botany and Zoology of the rocks associated with the coal of Australia. The Annals and Magazine of Natural History, 20(132):145-157

- *Gigantópteris* Schenk 1883

SCHENK A 1883 Zweite Abtheilung: Pflanzliche Versteinerungen. Pages 211–288 in F von Richthofen, ed. China. Vol 4. Dietrich Reimer, Berlin.

- *Glossopteris* Brogniart 1831

BROGNIART, A. 1831. Histoire des végétaux fossils ou recherché botaniques et geologiques sur les végétaux renfermés dans les diverses couches du globe: Paris, 249-264

- *Glossopteris communis* Feistmantel 1876

FEISTMANTEL, O. 1876. Note on age of some fossil floras of India. Memoirs of the Geological Survey of India, Palaeontologia Indica, Series 12. 9 28-42

- *Ilexoidephyllum* Rohn & Rösler 1989

ROHN, R. e RÖSLER, O.. 1989b. Folhas dentadas da Formação Rio do Rasto (Bacia do Paraná, Permiano Superior e seu Possível Significado Paleoclimático. **Boletim IG – USP**. Publicação especial n° 7 Paleobotânica e Palinologia da América do Sul. 127-137

- *Lycopodiopsis* Renault 1890

RENAULT, B. Sur une nouvelle Lycopodiacee houillere (*Lycopodiopsis derbyi*). Acad. Sci. Paris. Comptes rendus, v. 110, p. 809-811

- *Noeggerathiopsis* Feistmantel 1877

FEISTMANTEL, O.. 1879. The folora of the Talchir-Karbarbari beds: India Geol. Survey Mem., Palaeontologia Indica, 12th ser., v. 3. P 1-48 pls 1-127

- *Ottokaria* Zeiller, 1902

ZEILLER, R. 1902. Observations sur quelques plantes fossiles des Lower Gondwanas: India. Geol. Survey Mem., Paleontologia Indica, v. 2. p 1-39, pls 1-7

- *Paracalamites* Zalessky 1927

ZALESSKY, M. D. 1927. Flore paléozoïque de la Série d'Angara. Mem. Com. Géol. (n.s.) 174.

- *Paranocladus* Florin, 1940

FLORIN, R. 1940. Die Koniferen des Oberkarbons und des untern Perms, [Part] 5: Palaeontographica v, 85. Abt. B, p 244-363. Pls. 151-1166

- *Pecopteris* (Brongniart) Sternberg 1825

BRONGNIART, A. 1822. Prodrôme d'une Histoire des Végétaux Fossiles. Dictionnaire des Sciences Naturelles, 57:16-212

- *Phyllothea* Brogniart 1828

BRONGNIART, A. 1828. Prodrôme d'une histoire des végétaux fossiles. Dictionnaire



- *Rubidgea* Tate 1867

TATE, R. 1867. On some secondary fossils from South Afrika. The Quartely Journal of the Geological Society of London, 23:139-174

- *Samaropsis gigas* Souza et Iannuzzi 2007

SOUZA, J.M. e IANNUZZI, R. 2007.. Sementes do Gênero *Samaropsis* Goepfert no Permiano Inferior da Bacia do Paraná, Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, 10(2):95-106

- *Samaropsis* Goepfert 1864

GOEPPERT, H.R. 1865. Die fossile Flora der permischen Formation: Palaentographica, v. 12 p 1-224, PSL, 1-40

- *Schizoneura* Schimper et Mougeotv 1844

SCHIMPER, W.P. & A. Mougeot. 1844. Monographie des plantes fossiles du grés bigarre de La chaine des Vosges: Lepzig, 83 p. 40 pls.

- *Sphenophyllum* (Brogninart) Koenig 1825

Koenig, C. 1825. Icones fossilium sectiles: London, 4 p. 19 pl.

- *Sphenopteris* Brongniart 1822

BROGNIART, A. 1822. Sur la classification et la distribution des végétaux fossiles em general, et sur ceux des terrains de sédiments supérieur em particulier: Mus. Natl. Histoire Nat.. Paris. Mém. V. 8, p 203-348



**Anexo IV:** Mapa de distribuição total dos afloramentos contendo fitofósseis na Bacia do Paraná